



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

PROYEK AKHIR TERAPAN - RC 146599

## PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN KALIANAK SURABAYA PADA STA 2+400 - 7+400 DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU

RIKA KUSMANINGSIH  
NRP. 10111515000019

Dosen Pembimbing  
Ir. Rachmad Basuki, MS  
NIP. 19641114.198903.1.001

Diploma IV Lanjut Jenjang Teknik Sipil  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



**PROYEK AKHIR TERAPAN - RC146599**

**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN  
KALIANAK SURABAYA PADA STA 2+400 - 7+400  
DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN**

**RIKA KUSMANINGSIH  
NRP.10111515000019**

**DOSEN PEMBIMBING  
Ir. Rachmad Basuki,MS  
NIP.19641114 198903 1 001**

**DIPLOMA IV Lanjut Jenjang Teknik Sipil  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**

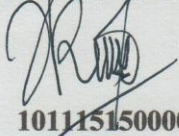
**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN  
KALIANAK SURABAYA  
PADA STA 2+400 - 7+400  
DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU**

**LEMBAR PENGESAHAN  
PROYEK AKHIR TERAPAN**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Diploma Teknik  
Pada  
Program Studi D IV Teknik Infrastruktur Sipil  
Bangunan Transportasi  
Fakultas Vokasi**

**Disusun Oleh :**

**RIKA KUSMANINGSIH**



**10111515000019**

**Disetujui oleh Pembimbing Proyek Akhir Terapan :**



**24 JAN 2018**

**22 JANUARI 2018**

PERENCANAAN PENINGKATAN  
JALAN KALIANAK SURABAYA PADA STA 2+400-7+400  
DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU

**Nama Mahasiswa** : Rika Kusmaningsih  
**NRP** : 10111515000019  
**Jurusan** : DIV Teknik Infrastruktur Sipil

**Dosen Pembimbing** : Ir.Rachmad Basuki,MS  
**NIP** : 19641114.198903.1.001

*Abstrak*

*Jalan Kalianak Surabaya adalah Jalan Arteri Primer yang menghubungkan kota Surabaya dengan kota Gresik. Meningkatnya pertumbuhan kendaraan terutama pada kendaraan niaga membuat kondisi jalan kalianak banyak mengalami kerusakan,serta saluran drainase yang kurang berfungsi secara optimal,membuat jalan kalianak ini sering mengalami banjir pada saat hujan deras mengguyur.*

*Pada proyek peningkatan jalan kali ini,perhitungan pertebalan lapis perkerasan menggunakan metode “Perencanaan Beton Semen Pd-T-14-2003”, Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Dengan menambah lapis ulang perkerasan beton semen di atas eksisting jalan yang semula aspal beton,diharapkan bisa memikul beban kendaraan niaga yang lewat selama umur rencana 20 tahun,serta dengan tidak mengubah trase jalan dan menambah lebar 1m di sisi kiri dan 1m di sisi kanan.*

*Proyek peningkatan jalan kalianak ini menggunakan lapis tambah dengan lean concrete K-150 setebal 10 cm dan dilapisi lagi dengan beton semen K-400 setebal 25 cm. Pada saluran drainase digunakan beton precast U-ditch dengan ukuran 1m x 1m x 1,2m.*

*Kata kunci: Arteri Primer, Trase Jalan, Kendaraan Niaga.*

IMPROVEMENT PLANNING OF  
JALAN KALIANAK SURABAYA ON STA 2+400-7+400  
BY USING RIGID PAVEMENT

**Name Of Student I** : Rika Kusmaningsih  
**NRP** : 10111515000019  
**Majors** : DIV Civil Infrastructure Engineering

**Super visor Lecturer** : Ir.Rachmad Basuki,MS  
**NIP** : 19641114.198903.1.001

*Abstract*

*Jalan Kalianak Surabaya is the Primary Arterial Road connecting two cities, Surabaya and Gresik. Increased growth of transportation, especially the ones supporting commercial activities, causes a lot of damage along the road. Accompanied by less functioning drainage channels, Jalan Kalianak is often flooded during heavy rain.*

*In this road improvement project, the calculation of pavement layer thickness uses "Concrete Cement Pd-T-14-2003 Planning", Bina Marga Public Works Service, Department of Settlement and Regional Infrastructure. By adding reinforced concrete pavement over the existing concrete asphalt road, it is expected to withstand passing transportation loads over the next 20 years in plan, without changing the road trace and added the road width 1m in the left side and 1m in the right side.*

*This improvement project of Jalan Kalianak uses additional layers, consisting of 10 cm K-150 lean concrete. Then will be coated again using 25 cm K-400 concrete. In drainage channel, U-ditch precast concrete used with 1m x 1m x 1,2m size.*

*Keyword: Primary Arterial Road, Road Trace, Transportation for Commerce*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT karena bukti limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan PROYEK AKHIR TERAPAN yang berjudul “PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN KALIANAK SURABAYA PADA STA 2+400 – 7+400 DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU” sebagai tugas dari mata kuliah POYEK AKHIR TERAPAN. Proyek Akhir ini berisi tentang perhitungan serta perencanaan peningkatan jalan, dan teori-teori yang bersangkutan.

Penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan dan penyelesaian laporan ini dan terima kasih kepada dosen pembimbing saya, yakni bapak Rachmad yang telah membimbing saya, dengan penuh kesabaran.

Demikian laporan Proyek Akhir Terapan ini yang kiranya masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat saya harapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan sarana alternatif wacana yang bermanfaat bagi masyarakat.

Surabaya , 22 Januari 2018

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah .....	4
1.6 Lokasi Studi.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Umum.....	7
2.2 Metode Perencanaan .....	7
2.2.1 Klasifikasi Jalan .....	8
2.2.2 Kendaraan Rencana.....	10
2.2.3 Kecepatan Rencana .....	10
2.2.4 Kontrol Geometrik.....	11
2.3 Analisis Kapasitas Jalan.....	29
2.3.1 Kapasitas Dasar.....	29
2.3.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Laju Lalu Lintas (FCW).....	30
2.3.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCSP).....	31
2.3.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCSF) .....	32
2.3.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FCCS).....	33
2.3.6 Penentuan pada Kondisi Lapangan.....	33

2.3.7 Derajat Kejenuhan.....	34
2.4 Metode Perencanaan Perkerasan Jalan.....	35
2.4.1 Perhitungan Lalu Lintas.....	39
2.4.1.1 Umur Rencana.....	39
2.4.1.2 Pertumbuhan Lalu Lintas .....	39
2.4.1.3 Lalu Lintas Rencana .....	41
2.4.1.4 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi .....	41
2.4.1.5 Faktor Keamanan Beban .....	42
2.4.1.6 Bahu Jalan.....	43
2.4.2 Perencanaan Tebal Pelat .....	43
2.4.2.1 Pelapisan Tambahan Perkerasan Beton Semen di Atas Perkerasan Beton Aspal .....	43
2.5 Sistem Drainase .....	47
2.5.1 Analisis Hidrologi.....	47
2.5.1.1 Curah Hujan .....	47
2.5.1.2 Periode Ulang.....	47
2.5.1.3 Waktu Curah Hujan.....	47
2.5.1.4 Intensitas Curah Hujan (I) .....	47
2.5.1.5 Waktu Konsentrasi (Tc) .....	50
2.5.1.6 Luas Daerah Pengaliran.....	52
2.5.1.7 Intensitas Hujan Maksimum .....	52
2.5.1.8 Menentukan Koefisien Pengaliran.....	52
2.5.1.9 Debit Aliran.....	53
2.5.2 Perencanaan Dimensi Saluran Drainase .....	54
2.5.2.1 Kemiringan Saluran.....	55
2.5.2.2 Jari – jari Hidrolis (R) .....	56
2.5.2.3 Hubungan Antara Debit Aliran, Kcepatan Aliran dan Luas Penampang.....	56
2.6 Bangunan Pelengkap.....	59
2.6.1 Gorong – gorong .....	59
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>65</b>



3.1 Persiapan.....	65
3.2 Pengumpulan Data .....	66
3.3 Survei Lokasi.....	68
3.4 Analisis Lalu Lintas.....	69
3.5 Analisis Perencanaan Peningkatan Jalan.....	69
3.6 Metode Pelaksanaan .....	69
3.7 Gambar Teknik Hasil Perencanaan.....	70
3.8 Rencana Anggaran Biaya.....	70
3.9 Kesimpulan dan Saran.....	70
3.10 Diagram Alir Perencanaan .....	71

## **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN**

<b>DATA .....</b>	<b>73</b>
4.1 Umum .....	73
4.2 Pengumpulan Data.....	74
4.2.1 Data Lalu Lintas .....	74
4.2.2 Data Geometrik Jalan.....	74
4.2.3 Data CBR .....	74
4.2.4 Data Lalu Lintas .....	76
4.2.5 Data Curah Hujan.....	76
4.3 Pengolahan Data.....	77
4.3.1 Analisa Data Pertumbuhan Lalu Lintas Jalan Kalianak .....	77
4.3.1.1 Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Ringan ( <i>sedan, jeep,</i> <i>st.wagon/gol.2/1.1</i> ) .....	78
4.3.1.2 Pertumbuhan Lalu Lintas golongan 3 ( <i>pickup,</i> <i>combi</i> ).....	80
4.3.1.3 Pertumbuhan Lalu Lintas Golongan 4 ( <i>micro truck dan</i> <i>pick up box</i> ).....	82
4.3.1.4 Pertumbuhan Lalu lintas Bus Kecil .....	84
4.3.1.5 Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Besar .....	86
4.3.1.6 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 as.....	88

4.3.1.7 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 3 as.....	90
4.3.1.8 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 4 as.....	92
4.3.1.9 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 6 as.....	94
<b>BAB V PERHITUNGAN .....</b>	
5.1 Perhitungan Analisa Kapasitas.....	95
5.1.1 Menghitung Kapasitas Dasar .....	95
5.1.2 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw) .....	99
5.1.3 Menentukan Fktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp).....	100
5.1.4 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf).....	101
5.1.5 Menentukan Nilai Kapasitas (C) .....	102
5.1.6 Menentukan Nilai Arus Total Lalu Lintas dalam satuan smp/jam (Q) .....	102
5.2 Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku.....	104
5.2.1 Analisa Lalu Lintas .....	104
5.2.2 Perhitungan Distribusi Beban Kendaraan.....	105
5.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku.....	109
5.3.1 Menentukan Nilai Koefesian Distribusi Kendaraan .....	109
5.3.2 Menentukan Faktor Keamanan Beban .....	110
5.3.3 Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) Selama Umur Rencana 20 Tahun .....	110
5.3.4 Analisa Data CBR .....	116
5.3.5 Pondasi Bawah .....	119
5.3.6 Beton Semen.....	120
5.3.7 Umur Rencana.....	120
5.3.8 Lalu Lintas .....	120

5.3.9 Perhitungan Tebal Plat Beton .....	120
5.3.10 Taksiran Tebal Plat.....	121
5.3.11 Perencanaan Tulangan.....	124
5.3.12 Sambungan muai ( <i>Expantion Joint</i> ) .....	124
5.3.13 Sambungan memanjang dengan batang pengikat ( <i>tie bars</i> ).....	124
5.3.14 Penulangan Memanjang.....	125
5.3.15 Penulangan Melintang.....	126
5.4 Analisa Geometrik .....	126
5.5 DRAINASE.....	127
5.5.1 Data Curah Hujan.....	127
5.5.2 Perencanaan Drainase .....	128
5.6 Rencana Metode Pelaksanaan .....	136
5.6.1 Pelaksanaan CTSB .....	136
5.6.2. Pelaksanaan Rigid Pavement .....	137
5.6.2.1 Lean Concrete .....	137
5.6.2.2 Pemasangan Bekisting Samping ( <i>Side Form</i> ) dan Bekisting Akhir ( <i>Stopper</i> ).....	138
5.6.2.3. Penulangan .....	139
5.6.2.4. Sambungan.....	139
5.6.2.5. Pengecoran lapisan permukaan beton.....	140
5.7 Rencana Anggaran Biaya .....	145
5.7.1. Perhitungan Volume Pekerjaan.....	145
5.7.1.1 Pekerjaan Tanah.....	145
5.7.1.2 Pekerjaan Perkerasan Berbutir.....	145
5.7.1.3 Pekerjaan Tulangan .....	146
5.7.1.4 Pekerjaan Beton.....	146
5.7.1.5 Pekerjaan Drainase .....	147
5.7.1.6 Pekerjaan Minor .....	147

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan.....	9
Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan .....	9
Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana .....	10
Tabel 2.4 Kecepatan Rencana Berdasarkan Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan.....	11
Tabel 2.5 Panjang Bagian Lurus Maksimum.....	13
Tabel 2.6 Panjang Jari-jari Minimum (dibulatkan) .....	14
Tabel 2.7 Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan.....	14
Tabel 2.8 Panjang Lengkung Peralihan (Ls) dan panjang pen- capaian superelevasi (Le) untuk 1 jalur-2 lajur-2 arah .....	21
Tabel 2.9 Jari-jari yang diijinkan tanpa superelevasi (lengkung peralihan).....	22
Tabel 2.10 Pelebaran di tikungan per lajur untuk lebar jalur 2x (B)m, 1 atau 2 arah .....	25
Tabel 2.11 Kelandaian maksimum yang diijinkan.....	28
Tabel 2.12 Panjang kritis (m) .....	29
Tabel 2.13 Kapasitas Dasar .....	30
Tabel 2.14 Faktor penyesuaian kapasitas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FCW).....	31
Tabel 2.16 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCSP).....	32
Tabel 2.17 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCSF) .....	32
Tabel 2.18 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FCCS) .....	33
Tabel 2.19 EMP untuk Jalan .....	35
Tabel 2.20 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R) .....	39

Tabel 2.21 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana .....	42
Tabel 2.22 Faktor Keamanan Beban.....	42
Tabel 2.23 Variasi $Y_t$ .....	48
Tabel 2.24 Nilai $Y_n$ .....	49
Tabel 2.25 Nilai $S_n$ .....	49
Tabel 2.26 Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dengan Koefisien Hambatan .....	51
Tabel 2.27 Kecepatan Aliran yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material.....	51
Tabel 2.28 Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dan Koefisien Pengaliran.....	53
Tabel 2.29 Harga $n$ Untuk Rumus <i>Manning</i> .....	58
Tabel 2.30 Tipikal Gorong – Gorong.....	60
Tabel 2.31 Kecepatan Gorong – Gorong yang Diijinkan.....	60
Tabel 2.32 Luas Saluran Untuk Gorong – Gorong.....	63
Tabel 3.1 Data yang Diperoleh .....	66
Tabel 4.1 Data CBR .....	75
Tabel 4.2 Pertumbuhan Lalu Lintas .....	76
Tabel 4.3 Data Curah Hujan.....	77
Tabel 4.4 Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Ringan .....	78
Tabel 4.5 Persamaan Regresi Mobil Ringan .....	79
Tabel 4.6 Pertumbuhan Lalu Lintas Golongan 3 .....	80
Tabel 4.7 Persamaan Regresi Kendaraan Golongan 3 .....	81
Tabel 4.8 Pertumbuhan Lalu Lintas Golongan 4 .....	82
Tabel 4.9 Persamaan Regresi Kendaraan Golongan 4 .....	83
Tabel 4.10 Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Kecil.....	84
Tabel 4.11 Persamaan Regresi Bus Kecil.....	85
Tabel 4.12 Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Besar .....	86
Tabel 4.13 Persamaan Regresi Bus Besar .....	87

Tabel 4.14 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 as .....	88
Tabel 4.15 Persamaan Regresi Bus Besar.....	89
Tabel 4.16 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 3 as .....	90
Tabel 4.17 Persamaan Regresi Truk 3 as.....	91
Tabel 4.18 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 4 as.....	92
Tabel 4.19 Persamaan Regresi Truk 4 as.....	93
Tabel 4.20 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 6 as.....	94
Tabel 4.21 Persamaan Regresi Truk 6 as.....	95

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Foto Lokasi Ruas Jalan Surabaya – Gresik .....	4
Gambar 1.2 Lokasi Ruas Jalan Kalianak Surabaya STA 2+400 – 7+400.....	5
Gambar 2.1 Komponen FC.....	14
Gambar 2.2 Komponen S – C – S.....	16
Gambar 2.3 Komponen S – S.....	18
Gambar 2.4 Diagram Superlevasi FC .....	23
Gambar 2.5 Diagram Superlevasi S – C – S .....	24
Gambar 2.6 Diagram Superlevasi S – S.....	24
Gambar 2.7 Analisis Fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan/tanpa bahu beton .....	44
Gambar 2.8 Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Ijin, Berdasarkan Faktor Erosi Tanpa Bahu Beton .....	45
Gambar 2.9 Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton.....	46
Gambar 2.10 Kemiringan Saluran.....	55
Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan .....	71
Gambar 4.1 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Ringan.....	79
Gambar 4.2 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas <i>Pick Up</i> dan <i>Combi</i> .....	81
Gambar 4.3 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas <i>Micro Truck</i> dan <i>Pick Up Box</i> .....	83
Gambar 4.4 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Becil.....	85
Gambar 4.5 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Besar.....	87
Gambar 4.6 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 as .....	89
Gambar 4.7 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 3 as .....	91
Gambar 4.8 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 4 as .....	93
Gambar 4.9 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 6 as .....	95

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 LATAR BELAKANG**

Jalan merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang mengalami perkembangan pesat. Oleh sebab itu pembangunan sebuah jalan haruslah dapat menciptakan kondisi yang aman dan nyaman bagi siapa saja yang melintasinya sesuai dengan aturan perencanaan. Dengan adanya sarana transportasi

Surabaya merupakan salah satu kota yang berperan penting dalam pembangunan Negara. Di sana terdapat banyak pabrik-pabrik industri besar. selain itu, kini pengembangan kota Surabaya pun semakin pesat. Terlebih Surabaya ini pun mempunyai potensial dari sisi agroindustri, agrobisnis serta agrowisata dimana fasilitas umum transportasi harus memadai agar pendistribusian barang dan jasa menuju Surabaya maupun keluar tidak terhambat.

Ada beberapa faktor dalam perencanaan peningkatan jalan kali ini salah satunya adalah sering tergenangnya jalan ini dengan air saat musim hujan tiba, sehingga banyak menimbulkan retak-retak yang sangat parah pada badan jalan, serta beban kendaraan yang lewat rata-rata adalah kendaraan berat trailer yang keluar masuk pabrik menuju Surabaya maupun pabrik-pabrik yang ada. Oleh karena itu, butuh konstruksi perkerasan beton semen untuk menyelesaikan masalah-masalah ini.

Agar konstruksi jalan dapat melayani arus lalu-lintas sesuai dengan umur rencana, maka perlu dibuat

perencanaan perkerasan yang baik, karena dengan perencanaan perkerasan yang baik diharapkan konstruksi perkerasan jalan mampu memikul beban kendaraan yang melintas dan menyebarkan beban tersebut kelapisan-lapisan dibawahnya dan tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri, dan dengan demikian akan memberikan kenyamanan kepada pengguna jalan selama masa pelayanan jalan/umur rencana. Mengingat hal tersebut diatas sangat penting maka perlu dirancang suatu jenis perkerasan yang tepat untuk proyek jalan *“PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN KALIANAK SURABAYA PADA STA 2+400 – STA 7+400 DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU”*.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Dari pemaparan latar belakang tersebut,ada beberapa rumusan masalah yang perlu disampaikan:

1. Berapa kapasitas jalan yang diperlukan selama umur rencana 20 tahun?
2. Berapa kebutuhantebal perkerasan kaku yang diperlukan?
3. Berapa dimensi saluran tepi yang diperlukan?
4. Berapa biaya yang diperlukan untuk pekerjaan di atas?
5. Bagaimana metode pelaksanaan secara umum?

### **1.3 TUJUAN**

Dengan mengacu pada permasalahan di atas, maka tujuan dari penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kapasitas jalan yang diperlukan selama umur rencana 20 tahun.
2. Menghitung kebutuhan tebal perkerasan kaku.
3. Menghitung dimensi saluran tepi.
4. Menghitung biaya yang diperlukan untuk pekerjaan di atas.
5. Menjelaskan metode pelaksanaan secara umum.

### **1.3 MANFAAT**

- Mahasiswa mampu menyelesaikan perhitungan kapasitas jalan yang diperlukan selama umur rencana 20 tahun.
- Mampu menyelesaikan perhitungan kebutuhan tebal perkerasan kaku.
- Mampu menyelesaikan perhitungan dimensi saluran tepi.
- Mampu menyelesaikan perhitungan biaya yang diperlukan untuk pekerjaan yang telah disebutkan.
- Mampu menyelesaikan perencanaan metode pelaksanaan secara umum.

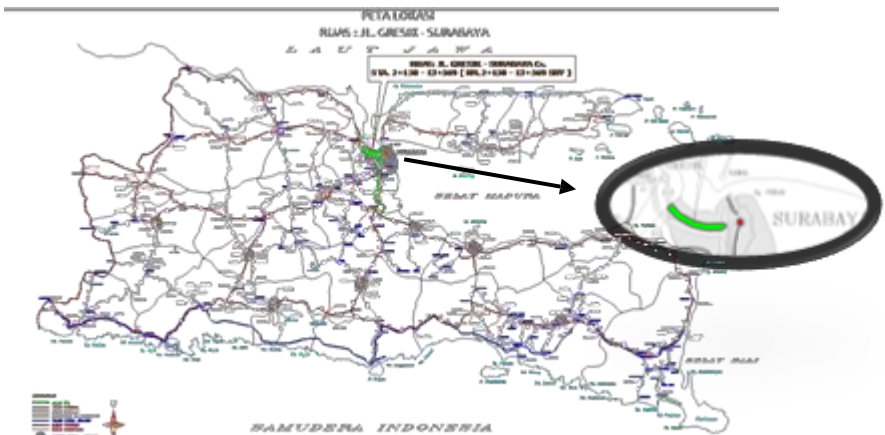
## 1.5 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

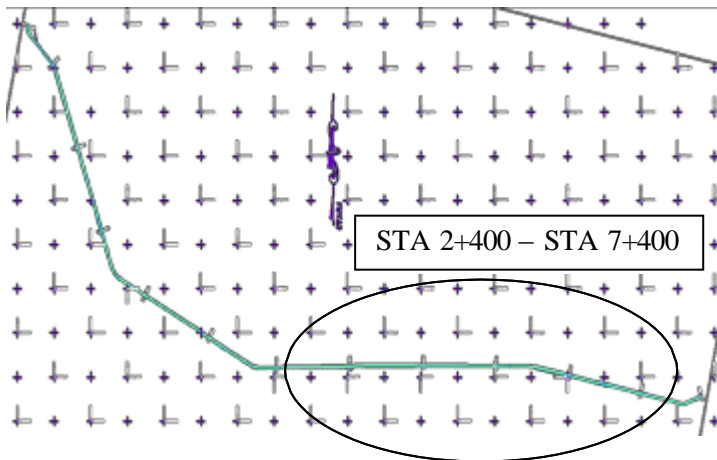
- Perencanaan kebutuhan pelebaran jalan apabila diperlukan dengan analisis kapasitas, dari *“Manual kapasitas jalan Indonesia 1997”*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- Perencanaan saluran tepi jalan (drainase) dengan cara *“SNI 03-3424-1994”*.
- Perencanaan jalan beton semen menggunakan acuan *“Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003”*

## 1.6 LOKASI STUDI

Ruas jalan yang di analisis terletak pada Peta Lokasi Pekerjaan :



Gambar 1.1 Foto Lokasi Ruas Jalan Surabaya - Gresik



*Gambar 1.2 Lokasi Ruas Jalan Kalianak Surabaya  
STA 2+400 - 7+400*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Konstruksi perkerasan jalan adalah suatu lapisan agregat yang dipadatkan dengan atau tanpa lapisan pengikat diatas lapisan tanah pada suatu jalur jalan. Apabila konstruksi perkerasan direncanakan menggunakan lapisan pengikat, maka lapisan pengikat yang umum digunakan adalah lapisan aspal atau semen. Dengan adanya konstruksi perkerasan jalan, maka badan jalan akan terlindung dari kerusakan terutama yang disebabkan oleh air dan beban lalu lintas dimana konstruksi perkerasan jalan akan memperkuat daya dukung tanah dasar yang melemah akibat air. Selain itu lapisan-lapisan pada konstruksi perkerasan jalan juga akan membantu lapisan tanah dasar sehingga beban yang diterima lapisan tanah dasar tidak terlalu besar.

#### **2.2 METODE PERENCANAAN**

Dalam perencanaan geometrik pada peningkatan jalan ini menggunakan pedoman dari Bina Marga yaitu Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997. Perencanaan geometrik merupakan perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengkap yang meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan ketentuan yang berlaku, yaitu :

1. Kelengkapan dan data dasar yang harus disiapkan sebelum mulai melakukan perhitungan/perencanaan, yaitu :
  - a. Peta planimetri dan peta-peta lainnya (geologi, tataguna lahan, dll)
  - b. Kriteria Perencanaan (klasifikasi jalan, kendaraan rencana, kecepatan rencana)

2. Ketentuan Jarak Pandang dan beberapa pertimbangan yang diperlukan sebelum memulai perencanaan.
3. Kontrol geometrik jalan, yaitu :
  - a. Alinyemen Horisontal
  - b. Alinyemen Vertikal

### **2.2.1. Klasifikasi Jalan**

Klasifikasi jalan ada 3 macam, yaitu :

1. Klasifikasi menurut fungsi jalan  
Klasifikasi jalan menurut fungsi jalan terbagi atas :
  - a. Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah masuk dibatasi secara efisien.
  - b. Jalan Kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
  - c. Jalan Lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
2. Klasifikasi menurut kelas jalan  
Klasifikasi menurut kelas jalan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan**

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat, MST (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*

3. Klasifikasi menurut medan jalan
- Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus kontur. Klasifikasi menurut medan jalan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan**

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan ( % )
1.	Datar	D	< 3
2.	Perbukitan	B	3 – 25
3.	Pegunungan	G	> 25

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*

4. Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan  
Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP. No.34 tahun 2006 terdiri atas Jalan Nasional, Jalan Propinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa, dan Jalan Khusus.

### 2.2.2. Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Dimensi dasar untuk masing-masing kategori kendaraan rencana dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana**

Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Minimum	Maksimum	
Kendaraan Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*

### 2.2.3. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana ( $V_R$ ) adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.  $V_R$  untuk masing-masing fungsi jalan dapat dilihat pada Tabel 2.4

**Tabel 2.4 Kecepatan Rencana Berdasarkan Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan**

Fungsi	Kecepatan Rencana, $V_R$ (km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 – 70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 – 70	30 – 50	20 - 30

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*

#### **2.2.4 Kontrol Geometrik**

Geometrik jalan adalah perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengka meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan data dasar yang ada atau tersedia dilapangan kemudian dianalisis dengan ketentuan yang berlaku. Adapun data data dasar yang harus disiapkan sebelum memulai perhitungan atau perencanaan, yaitu :

1. Peta jalan beserta profilnya
2. Fungsi jalan
3. Volume lalu lintas rencana
4. Kriteria perencanaan
5. Data – data lain yang berkaitan dengan perencanaan jalan

#### **A. Kontrol Alinyemen Horizontal**

Alinyemen horizontal adalah proyeksi dari sumbu jalan pada bidang horizontal, dimana terdiri dari bagian lurus dan

lengkung.

Untuk kontrol alinyemen horizontal yang dilihat adalah adanya lengkung pada suatu segmen jalan. Radius minimum untuk lengkung tersebut diperoleh dari penyesuaian dari kecepatan rencana kendaraan. Tapi berdasarkan pertimbangan peningkatan jalan untuk selanjutnya, sebaiknya tidak menggunakan radius minimum yang menghasilkan lengkung tajam. Dikarenakan sulit untuk menyesuaikan dengan peningkatan jalan dan juga dapat menimbulkan ketidaknyamanan pada pengemudi kendaraan yang melaju dengan kecepatan kendaraan lebih tinggi dari kecepatan rencana. Untuk perencanaan tikungan diusahakan dapat memberikan keamanan dan kenyamanan, sehingga ada pertimbangan sebagai berikut :

- Lengkung peralihan
- Kebebasan samping
- Kemiringan melintang
- Pelebaran perkerasan jalan pada tikungan

➤ **Bagian Lurus**

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai  $V_R$ ). Panjang bagian lurus dapat ditetapkan dengan melihat Tabel 2.5

**Tabel 2.5 Panjang Bagian Lurus Maksimum**

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)*

- Tikungan/lengkung  
Jari-jari minimum tikungan (  $R_{\min}$  ) dapat dihitung berdasarkan persamaan (4.6) atau dapat dilihat pada Tabel 2.6

$$R_{\min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{\max} + f)}$$

dimana :

$R_{\min}$  = jari-jari tikungan minimum (m),  
lihat Tabel 4.8

$V_R$  = kecepatan rencana (km/jam)

$e_{\max}$  = superelevasi maksimum (%)

$f$  = koefisien gesek, untuk perkerasan  
aspal  $f = 0,14 - 0,24$

**Tabel 2.6 Panjang Jari-jari Minimum (dibulatkan)**

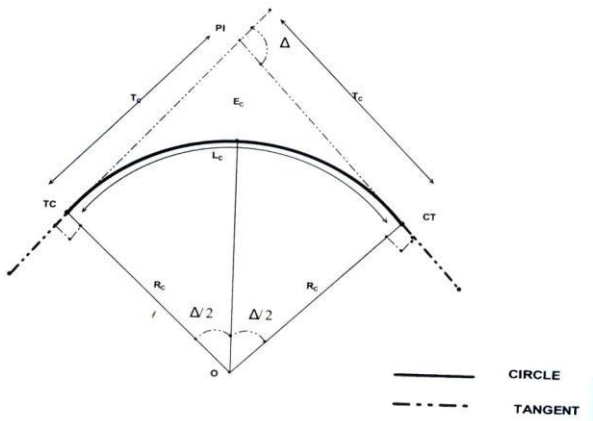
$V_R$ (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari-jari minimum, $R_{min}$ (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)

### 1. Bentuk-bentuk bagian lengkung

#### a. Full Circle ( FC )

Jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Bentuk FC dapat dilihat pada Gambar 2.1



**Gambar 2.1 Komponen FC**

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)



Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$T_c = R_c \tan(1/2\Delta)$$

$$E_c = T_c \tan(1/4\Delta)$$

$$L_c = \frac{\Delta 2 \pi R_c}{360^\circ}$$

dimana :

$T_c$  = panjang tangen jarak dari TC ke PI  
atau PI ke CT (m)

$R_c$  = jari-jari lingkaran (m), lihat Tabel 4.9

$E_c$  = jarak luar dari PI ke busur lingkaran  
(m)

$L_c$  = panjang busur lingkaran (m)

$\Delta$  = sudut tikungan (  $^\circ$  )

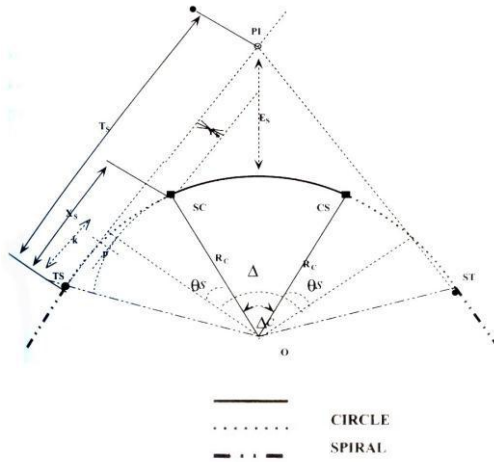
**Tabel 2.7 Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan  
lengkung peralihan**

$V_R$ (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
$R_{min}$ (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)*

**b. Spiral-Circle-Spiral ( S-C-S )**

Jenis tikungan yang terdiri dari bagian suatu lingkaran dan dua lengkung peralihan. Bentuk S-C-S dapat dilihat pada Gambar 2.2



**Gambar 2.2 Komponen S-C-S**

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)

Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$X_s = L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40R_c} \right)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R_c}$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R_c}$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c \sin \theta_s$$

$$Ts = (Rc + p) \tan (1/2\Delta) + k$$

$$Es = (Rc + p) \sec (1/2\Delta) - Rc$$

$$Lc = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times Rc$$

$$L_{tot} = Lc + 2Ls$$

dimana :

$Xs$  = absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan) (m)

$Ys$  = ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung (m)

$Ls$  = panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST) (m)

$Lc$  = panjang busur lingkaran (panjang dari titik SC ke CS) (m)

$Ts$  = panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST (m)

$TS$  = titik dari tangen ke spiral

$SC$  = titik dari spiral ke lingkaran

$Es$  = jarak dari PI ke busur lingkaran (m)

$\theta_s$  = sudut lengkung spiral (°)

$Rc$  = jari-jari lingkaran (m)

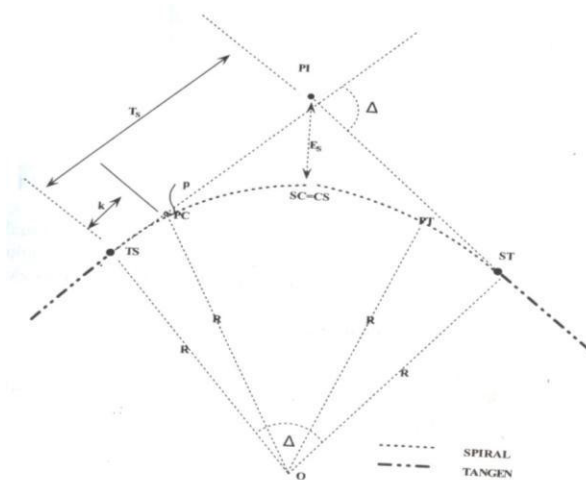
$p$  = pergeseran tangen terhadap spiral (m)

$k$  = absis dari  $p$  pada garis tangen spiral

Jika diperoleh  $L_c < 25$ , maka sebaiknya tidak digunakan bentuk S-C-S, tetapi digunakan lengkung S-S, yaitu lengkung yang terdiri dari dua lengkung peralihan.

**c. Spiral-Spiral ( S-S )**

Jenis tikungan yang terdiri dari dua lengkung peralihan. Bentuk S-S dapat dilihat pada Gambar 2.3



**Gambar 2.3 Komponen S –S**

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)*

Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$L_c = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R_c}{90}$$

$$L_{\text{tot}} = 2L_s$$

$$p = p' \cdot L_s$$

$$k = k' \cdot L_s$$

Untuk rumus lainnya dapat menggunakan rumus dari lengkung S-C-S dengan memperhatikan hal khusus diatas.

## 2. **Lengkung Peralihan**

Lengkung peralihan adalah suatu lengkung yang berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari lurus sampai bagian lengkung jalan berjari – tetap. Dengan demikian gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan berangsur – angsur berkurang saat melintasi tikungan tersebut.

Ketentuan lengkung peralihan adalah sebagai berikut :

- a) Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk spiral
- b) Panjang lengkung peralihan (  $L_s$  ) ditetapkan atas pertimbangan sebagai berikut :

Panjang lengkung peralihan (  $L_s$  ) diambil nilai yang terbesar diantara 3 persamaan-persamaan di bawah ini :

- a. Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik) di lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T$$

- b. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R_c \cdot C} - 2,727 \frac{V_R \cdot e}{C}$$

- c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \cdot r_e} V_R$$

dimana :

$L_s$  = panjang lengkung peralihan (m)

$V_R$  = kecepatan rencana (km/jam)

$T$  = waktu tempuh pada lengkung peralihan, ditetapkan 3 detik

$R_c$  = jari-jari busur lingkaran (m)

$C$  = perubahan percepatan (0,3 – 1), disarankan 0,4 m/det<sup>3</sup>

$e$  = superelevasi (%)

$e_m$  = superelevasi maksimum (%)

$e_n$  = superelevasi normal (%)

$r_e$  = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan (m/m/detik)

= ditetapkan tidak boleh melampaui  $r_{e-max}$  yang ditetapkan sebagai berikut :

untuk  $V_R \leq 70$  km/jam,  $r_{e-max} = 0,035$  m/m/detik

untuk  $V_R \geq 80$  km/jam,  $r_{e-\text{maks}} = 0,025$   
m/m/detik

Untuk tujuan praktis,  $L_s$  dapat ditetapkan dengan menggunakan Tabel 2.8

**Tabel 2.8 Panjang Lengkung Peralihan ( $L_s$ ) dan panjang pencapaian super elevasi ( $L_e$ ) untuk 1 jalur-2 lajur-2 arah**

$V_R$ (km/jam)	Superelevasi, e (%)									
	2		4		6		8		10	
	$L_s$	$L_e$	$L_s$	$L_e$	$L_s$	$L_e$	$L_s$	$L_e$	$L_s$	$L_e$
20										
30										
40	10	20	15	25	15	25	25	30	35	40
50	15	25	20	30	20	30	30	40	40	50
60	15	30	20	35	25	40	35	50	50	60
70	20	35	25	40	30	45	40	55	60	70
80	30	55	40	60	45	70	65	90	90	120
90	30	60	40	70	50	80	70	100	100	130
100	35	65	45	80	55	90	80	110	110	145
110	40	75	50	85	60	100	90	120	-	-
120	40	80	55	90	70	110	95	135	-	-

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan  
Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*

Jika lengkung peralihan digunakan, posisi lintasan tikungan bergeser dari bagian jalan yang lurus ke arah sebelah dalam (pergeseran tagen terhadap spiral).

$$p = \frac{L_s^2}{24R_c}$$

dimana :

$p$  = pergeseran tangen terhadap spiral (m)

$L_s$  = panjang lengkung peralihan (m)

$R_c$  = jari-jari lengkung (m)

Jika nilai  $p < 0,25$  m, maka lengkung peralihan tidak diperlukan sehingga tipe tikungan menjadi **fc**

Superelevasi tidak diperlukan apabila nilai  $R$  lebih besar atau sama dengan yang tercantum pada Tabel 2.9

**Tabel 2.9 Jari-jari yang diijinkan tanpa superelevasi (lengkung peralihan)**

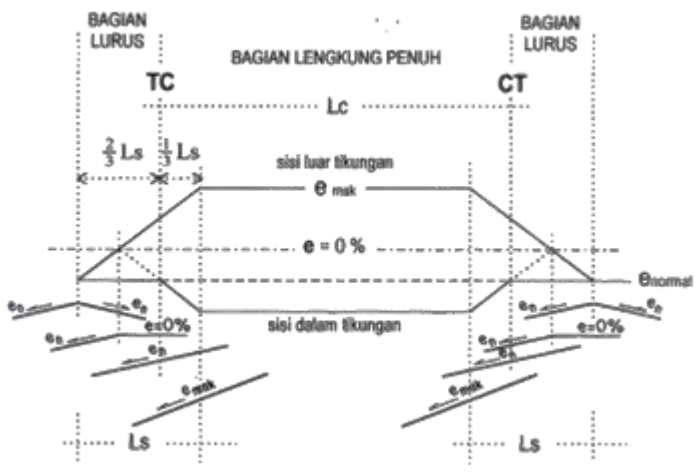
Kecepatan rencana, $V_R$ (km/jam)	$R$ (m)
60	700
80	1250
100	2000
120	5000

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*



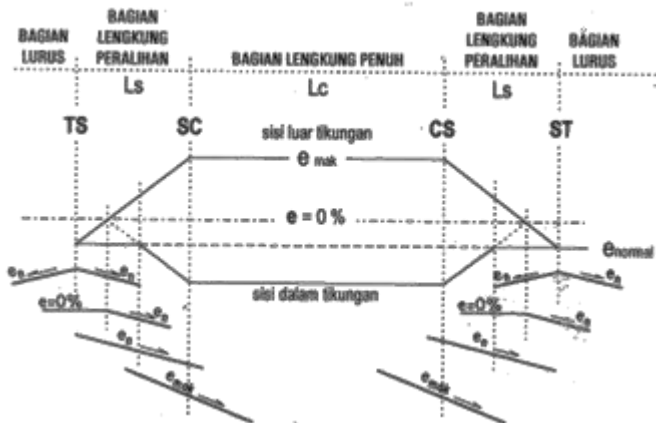
3. Pencapaian Superelevasi

Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung. Gambar diagram superelevasi dapat dilihat pada Gambar 4.4.



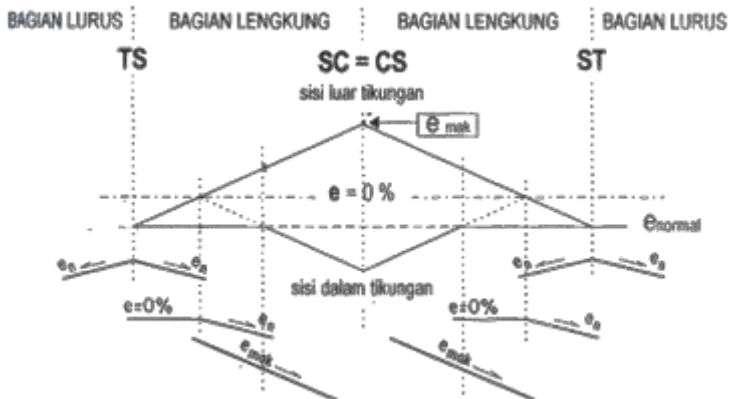
**Gambar 2.4 Diagram Superlevasi FC**

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)*



**Gambar 2.5 Diagram Superelevasi S-C-S**

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)*



**Gambar 2.6 Diagram Superelevasi S-S**

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)*

- Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan  
Penambahan lebar (ruang) lajur yang dipakai saat kendaraan melakukan gerakan melingkar. Dalam segala hal pelebaran di tikungan harus memenuhi gerak perputaran kendaraan rencana sedemikian sehingga proyeksi kendaraan tetap pada lajurnya. Besaran lebar untuk pelebaran di tikungan dapat dilihat pada Tabel 2.10

**Tabel 2.10 Pelebaran di tikungan per lajur untuk lebar jalur 2 x (B)m, 1 atau 2 arah**

R (m)	Kecepatan rencana, $V_R$ (km/jam)															
	50		60		70		80		90		100		110		120	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1500	0,3	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	0,6	0,0	-	0.1
1000	0,4	0,0	0,4	0,0	0,4	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,2	-	0.2
750	0,6	0,0	0,6	0,0	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,8	0,2	0,8	0,3	-	0.3
500	0,8	0,2	0,9	0,3	0,9	0,3	1,0	0,4	1,0	0,4	1,1	0,5	1,0	0,5		
400	0,9	0,3	0,9	0,3	1,0	0,4	1,0	0,4	1,1	0,5	1,1	0,5				
300	0,9	0,3	1,0	0,4	1,0	0,4	1,1	0,5		0,5						
250	1	0,4	1,1	0,5	1,1	0,5	1,2	0,6								
200	1,2	0,6	1,3	0,7	1,3	0,8	1,4									
150	1,3	0,7	1,4	0,8												
140	1,3	0,7	1,4	0,8												
130	1,3	0,7	1,4	0,8												
120	1,3	0,7	1,4	0,8												
110	1,3	0,7														
100	1,4	0,8														
90	1,4	0,8														
80	1,6	1,0														
70	1,7	1,0														

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
(No. 038/TBM/1997)*

Keterangan :

kolom 1, untuk (B) = 3,00 m

kolom 2, untuk (B) = 3,50 m

## **B. Alinyemen Vertikal**

Adalah garis potong yang dibentuk di bidang vertikal melalui sumbu jalan dengan permukaan perkerasan melalui sumbu jalan dengan permukaan perkerasan jalan. Alinyemen vertikal menyatakan geometrik jalan dalam arah vertikal. Bentuk dari padanya sangat menentukan jalannya kendaraan yang melintasi jalan tersebut karena berpengaruh besar pada kecepatan kendaraan, percepatan kendaraan, kemampuan perlambatan kendaraan, kemampuan kendaraan untuk berhenti, jarak pandang dan kenyamanan pengemudi. Adapun lengkung – lengkung dan kelandaian yang harus diperhatikan, yaitu :

### ➤ **Lengkung Vertikal**

#### 1. Lengkung Vertikal Cembung

A. Panjang L, berdasarkan  $J_h$

$$J_h < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_h^2}{399}$$

$$J_h > L, \text{ maka : } L = 2J_h - \frac{399}{A}$$

B. Panjang L, berdasarkan  $J_d$

$$J_d < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_d^2}{840}$$

$$J_d > L, \text{ maka : } L = 2J_d - \frac{840}{A}$$

Jika digunakan kecepatan rendah (20 – 30 km/jam), maka panjang L :

$$L = \frac{A \cdot V^2}{360}$$

a) Panjang L, berdasarkan persyaratan drainase  $L = 40A$

b) Panjang L, berdasarkan keluwesan bentuk  $L = 0,6V$

dimana :

$L$  = panjang lengkung vertikal parabola (m)

$J_h$  = jarak pandang henti (m)

$J_d$  = jarak pandang mendahului (m)

$A$  = perbedaan aljabar kelandaian (%)

$$= (g_1 \pm g_2)$$

dimana :

$g_1$  = kelandaian (%)

$g_2$  = kelandaian (%)

$V$  = kecepatan rencana (km/jam)

## 2. Lengkung Vertikal Cekung

A. Panjang L, berdasarkan jarak penyinaran lampu kendaraan

$$J_h < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_h^2}{120 + 3,5 J_h}$$

$$J_h > L, \text{ maka : } L = 2J_h - \frac{120 + 3,5 J_h}{A}$$

B. Panjang  $L$ , berdasarkan kenyamanan mengemudi

$$L = \frac{A \cdot V^2}{389}$$

### ➤ Kelandaian

#### 1) Kelandaian Minimum

Pada jalan yang menggunakan kerb pada tepi perkerasannya, perlu dibuat kelandaian minimum 0,5% untuk keperluan kemiringan saluran samping, karena kemiringan melintang jalan dengan kerb hanya cukup untuk mengalirkan air ke samping.

#### 2) Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum yang ditentukan untuk berbagai variasi kecepatan rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti.

**Tabel 2.11 Kelandaian maksimum yang diijinkan**

$V_R$ (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	< 40
Kelandaian maksimum (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*

### ➤ Panjang Kritis

Panjang kritis diperlukan sebagai batasan panjang kelaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih dari separuh  $V_R$ .

**Tabel 2.12 Panjang kritis (m)**

Kecepatan pada awal tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)*

## 2.3 Analisis Kapasitas Jalan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan Jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada (Departemen Pekerjaan Umum dan STRJ S2 ITB Bina Marga Jalan Perkotaan, 1997: 6-17). Perencanaan kebutuhan pelebaran jalan dapat dilakukan dengan menganalisis kapasitas jalan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Langkah-langkah analisis kapasitas untuk kebutuhan lebar jalan dua arah tak terbagi (2/2 UD) adalah sebagai berikut :

### 2.3.1 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar adalah kapasitas segmen jalan pada suatu kondisi yang telah ditentukan pada sebelumnya (geometrik, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan). Sedangkan segmen jalan adalah panjang jalan yang mempunyai karakteristik yang sama pada seluruh panjangnya. Titik dimana karakteristik jalan berubah, secara otomatis menjadi batas segmen sekalipun tidak ada



simpang di dekatnya. Kapasitas dasar ditentukan oleh tipe alinyemen. Nilai kapasitas dasar (Co) untuk perkotaan dapat ditentukan berdasarkan tabel berikut :

**Tabel 2.13 Kapasitas Dasar (Co) ..**

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Keterangan
Jalan 4 lajur berpembatas median atau jalan satu arah	1,650	per lajur
Jalan 4 lajur tanpa pembatas median	1,500	per lajur
Jalan 2 jalur tanpa pembatas median	2,900	total dua arah

*Sumber : Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM 1997)*

### **2.3.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FCW)**

Penyesuaian akibat lebar lajur lalu lintas ditentukan berdasarkan tipe jalan dan lebar jalan lalu lintas, dimana lebar jalur lalu lintas adalah lebar jalur jalan yang dilewati lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan. Untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar lalu lintas berdasarkan lebar efektif jalur lalu lintas dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2.14 Faktor penyesuaian kapasitas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)**

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu-lintas ( $W_e$ ) (m)	FCw
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per lajur 3,0	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Empat-lajur tak terbagi	Per lajur 3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah 5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

### **2.3.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCSP)**

Pemisah arah adalah pembagian arah arus pada jalan dua arah yang dinyatakan dalam prosentase dari arah arus total pada masing-masing arah. Dalam hal ini besar faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah besarnya sama untuk segmen luar kota maupun segmen perkotaan. Menentukan faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah di dapatkan dari tabel berikut :

**Tabel 2.15 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCSP)**

Pemisahan arah SP %-%			50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC <sub>SP</sub>	Jalan	Dua lajur (2/2)	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	Perkotaan	Empat lajur (4/2)	1.00	0.985	0.97	0.955	0.94

*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

#### **2.3.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCSF)**

Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan disamping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas, misalnya : pejalan kaki, pemberhentian kendaraan umum atau kendaraan lainya dan kendaraan masuk atau keluar disamping jalan. Nilai faktor ini dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2.16 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCSF)**

Tipe Jalan	Kelas hambatan samping	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping ( $FC_{sf}$ ) untuk: Jalan Dengan Bahu (Lebar bahu efektif / $W_s$ ) / Jalan Dengan Kereb (Jarak ke Kereb Penghalang / $W_g$ )							
		$\leq 0.5$		1.0		1.5		$\geq 2.0$	
		$W_s$	$W_g$	$W_s$	$W_g$	$W_s$	$W_g$	$W_s$	$W_g$
4/2 D	VL	0.96	0.95	0.98	0.97	1.01	0.99	1.03	1.01
	L	0.94	0.94	0.97	0.96	1.00	0.98	1.02	1.00
	M	0.92	0.91	0.95	0.93	0.98	0.95	1.00	0.98
	H	0.88	0.86	0.92	0.89	0.95	0.92	0.98	0.95
	VH	0.84	0.81	0.88	0.85	0.92	0.88	0.96	0.92
4/2 UD	VL	0.96	0.95	0.99	0.97	1.01	0.99	1.03	1.01
	L	0.94	0.93	0.97	0.95	1.00	0.97	1.02	1.00
	M	0.92	0.90	0.95	0.92	0.98	0.95	1.00	0.97
	H	0.87	0.84	0.91	0.87	0.94	0.90	0.98	0.93
	VH	0.80	0.77	0.86	0.81	0.90	0.85	0.95	0.90
2/2 UD atau jalan satu arah	VL	0.94	0.93	0.96	0.95	0.99	0.97	1.01	0.99
	L	0.92	0.90	0.94	0.92	0.97	0.95	1.00	0.97
	M	0.89	0.86	0.92	0.88	0.95	0.91	0.98	0.94
	H	0.82	0.78	0.86	0.81	0.90	0.84	0.95	0.88
	VH	0.73	0.68	0.79	0.72	0.85	0.77	0.91	0.82

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

### 2.3.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FCCS)

Untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat ukuran kota dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2.17 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FCCS)**

Ukuran Kota (Juta penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota ( $FC_{cs}$ )
$< 0.1$	0.86
0.1 - 0.5	0.90
0.5 - 1.0	0.94
1.0 - 3.0	1.00
$> 3.0$	1.04

Sumber: MKJI, 1997

### 2.3.6 Penentuan pada kondisi lapangan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi tertentu (sebagai contoh : geometrik, lingkungan, lalu lintas dan lain lain) . penentuan kapasitas pada kondisi lapangan diperoleh dengan rumus :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$$

dimana :

$C$  = kapasitas

$C_o$  = kapasitas dasar (smp/jam)

$FC_w$  = faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

$FC_{sp}$  = faktor penyesuaian akibat pemisah arah

$FC_{sf}$  = faktor penyesuaian akibat hambatan samping

### 2.3.7 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu segmen jalan. Derajat kejenuhan diperoleh dari pembagian volume jam sibuk dengan kapasitas yang ada. Derajat kejenuhan ini diberikan batasan maksimum yaitu 0,75, bila melebihi dari 0,75 maka dianggap jalan sudah tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas. Jadi harus perlu diadakan pelebaran jalan. Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q}{C} < 0,75$$

$$Q = LHR_t \times k \times emp$$

Keterangan :

$DS$  = Derajat kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas (smp/jam)  
 C = Kapasitas  
 K = Faktor volume lalu lintas jam sibuk, nilai normal k sebesar = 0,09

1. Faktor k adalah rasio antara arus jam rencana dan LHRt yang ditentukan sebesar 0,09.
2. LHRt adalah lalu lintas harian rata-rata tahunan dalam satuan kendaraan/jam.
3. Emp adalah faktor konversi dari berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang (untuk mobil penumpang, emp=1,0).

Penentuan emp berdasarkan arus lalu lintas total dua arah dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2.18 emp untuk jalan**

Tipe jalan : Jalan tak terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (smp/jam)	Emp HV	emp MC	
			Lebar jalur lalu lintas $W_c$ (m)	
			$\leq 6$	$> 6$
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1.3	0.5	0.40
	$\geq 1800$	1.2	0.35	0.25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0	1.3	0.40	
	$\geq 3700$	1.2	0.25	

*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

Derajat kejenuhan (DS) perlu diketahui dalam perencanaan peningkatan jalan perkotaan yang sudah ada. Apabila  $D_s > 0.75$  pada jam puncak maka jalan tersebut perlu diadakan pelebaran sedemikian rupa supaya  $D_s < 0.75$  hingga akhir umur rencana.

## 2.4 Metode Perencanaan Perkerasan Jalan

Untuk perhitungan pada perkerasan kaku, metode yang digunakan adalah didasarkan pada perencanaan yang

direncanakan oleh Bina Marga yaitu “*Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003*”.

### **Faktor desain perkerasan beton semen**

3 faktor desain untuk perancangan perkerasan beton semen yang sangat penting adalah :

1. Kekuatan tanah dasar (subgrade) dan lapisan pondasi bawah (subbase) yang diindikasikan lewat parameter (k) atau CBR
2. Modulus keruntuhan lentur beton
3. Beban lalu lintas

Sifat umum perkerasan beton semen:

- Mampu memikul beban besar
- Keawetan bisa mencapai umur 20 tahun sampai 40 tahun, tahan lapuk, oksidasi, dan abrasi
- Lapis tunggal atau single layer dengan lapisan pondasi bawah tidak terlalu struktural
- Sangat kaku
- Kompetitif, biaya awal besar namun pemeliharaan ringan.
- Dapat digunakan pada tanah dasar dengan daya dukung rendah

Analisa beton semen didasarkan atas dua model kerusakan:

- Analisa fatik yaitu kelelahan struktur pelat beton akibat repetisi beban.
- Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan

Langkah-langkah perencanaan perkerasan beton semen:

1. Menentukan CBR tanah dasar
2. Meruba data lalu lintas dalam satuan kendaraan
  - a. Menghitung jumlah konfigurasi beban sumbu untuk masing-masing jenis kendaraan niaga
  - b. Menghitung jumlah sumbu kendaraan niaga JSKN rencana
  - c. Menghitung jumlah repetisi kumulatif tiap kombinasi konfigurasi beban sumbu pada lajur rencana
3. Pilih tipe struktur perkerasan:
  - a. Jenis perkerasan BBTT, BBDT, atau BMDT dengan atau tanpa ruji.
  - b. Bahu ada atau tidak
  - c. Jenis dan tebal lapis pondasi bawah
  - d. Sifat kekuatan struktur CBR tanah dasar, CBR efektif, kuat tarik lentur.
  - e. Faktor keamanan beban
4. Menghitung kekuatan pelat beton :
  - a. Pilih satu tebal pelat beton lebih besar dari tebal minimum 15 cm.
  - b. Hitung beban rencana per roda untuk setiap jenis sumbu
  - c. Tentukan tegangan ekuivalen Tedan faktor erosi FE untuk setiap jenis sumbu
  - d. Tentukan faktor rasio tegangan FRT dengan membagi tegangan ekuivalen TE dengan kuat tarik lentur  $F_{cf}$
  - e. Menentukan jumlah repetisi ijin untuk analisa fatik
  - f. Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.



Langkah	Uraian Kegiatan
1	Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan.
2	Tentukan apakah menggunakan bahu beton atau bukan.
3	Tentukan jenis dan tebal pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana sesuai dengan Gambar 2
4	Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih sesuai dengan Gambar 3.
5	Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari ( $f_{cd}$ )
6	Pilih faktor keamanan beban lalu lintas ( $F_{KB}$ )
7	Taksir tebal pelat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia atau dapat menggunakan Gambar 24 sampai dengan Gambar 31
8	Tentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE) untuk STRT dari Tabel 8 atau Tabel 9
9	Tentukan faktor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekuivalen (TE) oleh kuat tarik-lentur ( $f_{cd}$ ).
10	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban ( $F_{KB}$ ) untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda $\geq 65$ kN (6,5 ton), anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi pada Gambar 19 sampai Gambar 21
11	Dengan faktor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk fatik dari Gambar 19, yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut.
12	Hitung persentase dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13	Dengan menggunakan faktor erosi (FE), tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi, dari Gambar 20 atau 21.
14	Hitung persentase dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin yang terbaca pada Gambar 19 dan Gambar 20 atau Gambar 21 yang masing-masing menapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16	Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan persentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17	Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap jenis kelompok sumbu lainnya.
18	Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
19	Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan atau erosi $\leq 100\%$ . Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.

## 2.4.1 Perhitungan Lalu Lintas

### 2.4.1.1 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain Benefit cost ratio, internal rate of return, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain tidak lepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

### 2.4.1.2 Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i}$$

Dengan pengertian :

R = faktor pertumbuhan lalu lintas

i = laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %

UR = Umur rencana (tahun)

Untuk perhitungan lalu lintas rencana yang dipakai adalah kendaraan niaga yang memiliki berat total minimum 5 ton. Adapun konfigurasi sumbu yang diperhitungkan dari kendaraan niaga tersebut terdiri 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut:

- Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT)

- Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG)
- Sumbu Tandem Ronda Ganda (STdRG)
- Sumbu Tridem Roda Ganda (STrRG)

1. Angka Ekvivalen STRT =

$$\left[ \frac{\text{beban1sumbu (ton)}}{5,40} \right]^4$$

2. Angka Ekvivalen STRG =

$$\left[ \frac{\text{beban1sumbu (ton)}}{8,160} \right]^4$$

3. Angka Ekvivalen SDRG =

$$\left[ \frac{\text{beban1sumbu (ton)}}{13,76} \right]^4$$

4. Angka Ekvivalen STrRG =

$$\left[ \frac{\text{beban1sumbu ganda (ton)}}{18,45} \right]^4$$

#### 2.4.1.3Lalu Lintas Rencana

Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survei beban.

Jumlah sumbu niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C$$

Dengan pengertian :

JSKN	: jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana
JSKNH	: jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.
R	: faktor pertumbuhan kumulatif yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.
C	: Koefisien distribusi kendaraan.

#### 2.4.1.4 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur Rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar. Lajur rencana dan koefisien distribusi dapat ditentukan sesuai tabel berikut :

**Tabel 2.19 jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana**

Lebar perkerasan ( $L_p$ )	Jumlah lajur ( $n_l$ )	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50$ m	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25$ m	2 lajur	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25$ m	3 lajur	0,50	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00$ m	4 lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75$ m	5 lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00$ m	6 lajur	-	0,40

Sumber : Perkerasan Jalan Semen Beton Pd-T-14-2003

#### 2.4.1.5 Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban ( $F_{KB}$ ). Faktor keamanan beban dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2.20 Faktor Keamanan Beban**

No.	Penggunaan	Nilai $F_{KB}$
1	Jalan bebas hambatan utama ( <i>major freeway</i> ) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survei beban ( <i>weight-in-motion</i> ) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan ( <i>freeway</i> ) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

*Sumber : Perkerasan Jalan Semen Beton Pd-T-14-2003*

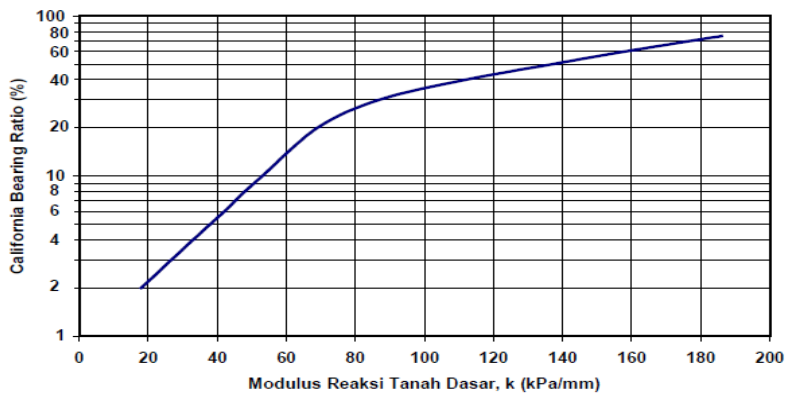
#### **2.4.1.6 Bahu Jalan**

Yang dimaksud dengan bahu beton semen dalam pedoman ini adalah bahu yang dikunci dan diikatkan dengan lajur lalu lintas dengan lebar minimum 1,50 m atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu lintas selebar 0,60 m, yang juga dapat mencakup saluran dan kerb.

### **2.4.2 Perencanaan Tebal Pelat**

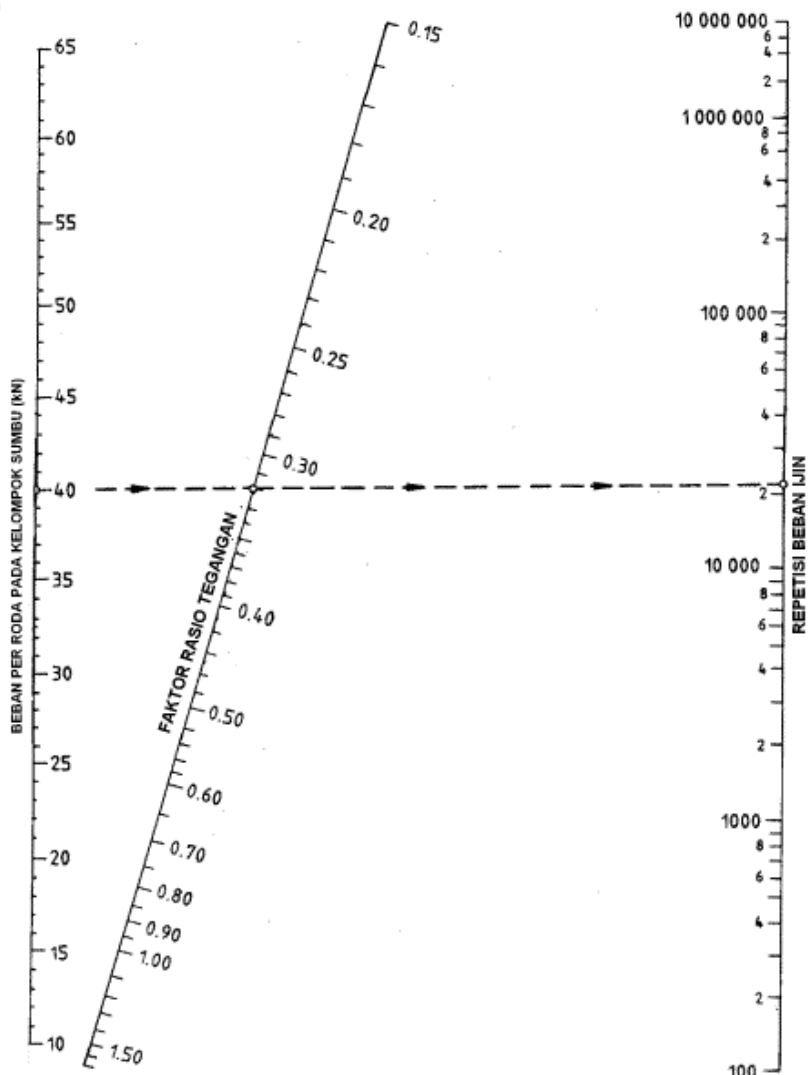
#### **2.4.2.1 Pelapisan Tambahan Perkerasan Beton Semen di Atas Perkerasan Beton Aspal**

Modulus reaksi perkerasan lama ( $k$ ) diperoleh dengan melakukan pengujian pembebanan pelat menurut AASHTO T.222-81 di atas perkerasan lama yang selanjutnya dikorelasikan terhadap nilai CBR . Bila nilai  $k$  lebih besar dari 140 kPa/mm ( $14 \text{ kg/cm}^3$ ). Maka nilai  $k$  dianggap sama dengan 140 kPa/mm ( $14 \text{ kg/cm}^3$ ) dengan CBR 50%.



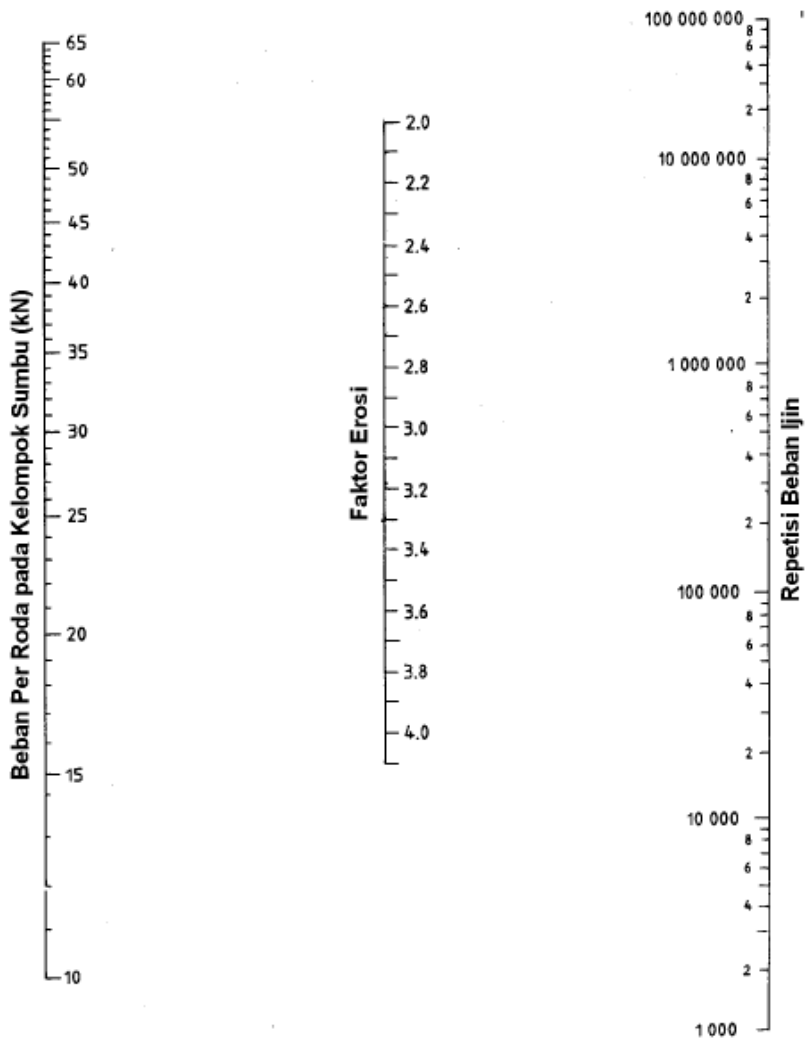
**Gambar 2.7 Modulus Reaksi Perkerasan Lama**

*Sumber : Perkerasan Jalan Semen Beton Pd-T-14-2003*



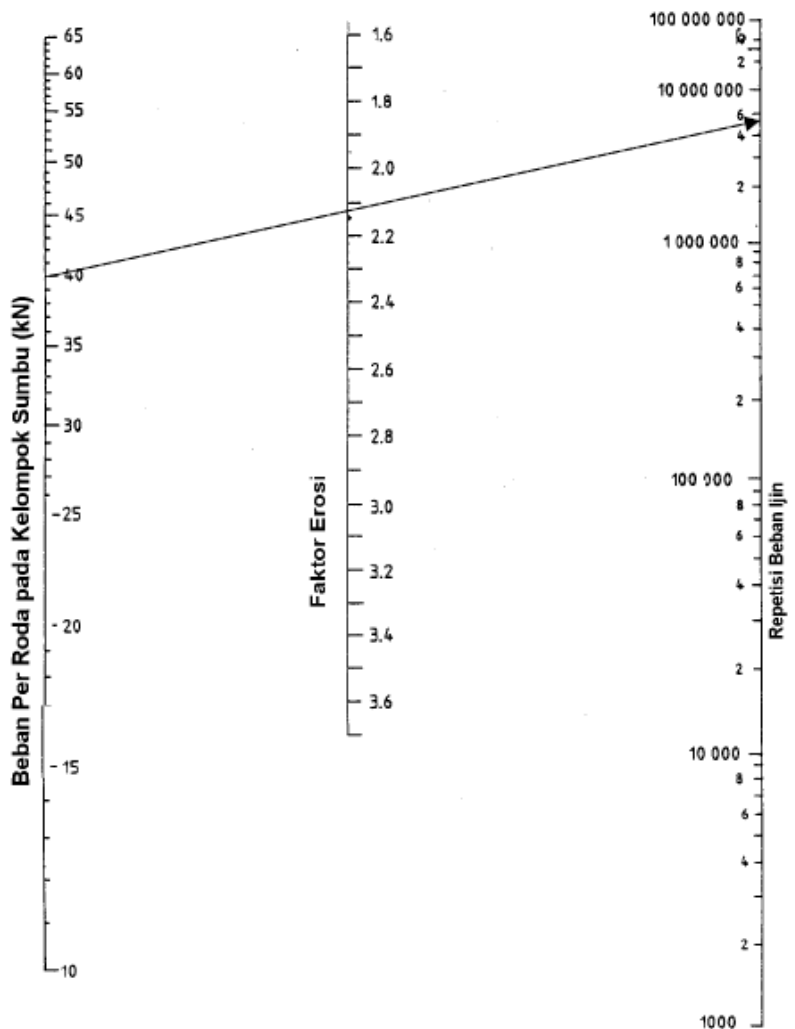
**Gambar 2.8 Analisis Fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan/tanpa bahu beton**

*Sumber : Perkerasan Jalan Semen Beton Pd-T-14-2003*



**Gambar 2.9 Analisis erosi dan jumlah repetisi beban ijin,  
berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton**  
*Sumber : Perkerasan Jalan Semen Beton Pd-T-14-2003*





**Gambar 2.10 Analisis erosi dan jumlah repetisi beban berdasarkan faktor erosi, dengan bahu beton.**

*Sumber : Perkerasan Jalan Semen Beton Pd-T-14-2003*

## **2.5 Perencanaan Drainase**

### **2.5.1 Analisis Hidrologi**

Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan pada analisa hidrologi yaitu:

#### **2.5.1.1 Curah hujan**

Merupakan curah hujan harian maksimum dalam 1 tahun yang dinyatakan dalam mm/hari. Dalam perencanaan drainase data curah hujan dipergunakan data curah hujan maksimum selama setahun. Jumlah data curah hujan minimum selama 10 tahun terakhir.

#### **2.5.1.2 Periode ulang**

Merupakan suatu kemungkinan dimana terjadi atau terlampaunya tinggi hujan tertentu. Karakteristik hujan tertentu dapat menunjukkan periode ulang tertentu pula. Untuk perencanaan drainase tepi jalan periode hujan yang dipergunakan selama lima tahun.

#### **2.5.1.3 Waktu curah hujan**

Waktu hujan adalah lamanya terjadinya suatu periodik hujan. Lamanya curah hujan harian terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari hujan 24 jam.

#### **2.5.1.4 Intensitas Curah Hujan (I)**

Intensitas hujan adalah banyaknya hujan yang jatuh pada periode tertentu biasanya dalam satuan mm/jam. Intensitas dipengaruhi oleh tiga poin sebelumnya yakni curah hujan, periode ulang hujan, dan waktu hujan. Dalam SNI untuk menghitung intensitas hujan digunakan analisis distribusi frekuensi dengan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{X - x_{\text{bar}}}{S_x} \cdot Y_t$$

Keterangan :

$S_x$  = Standart deviasi

$X_t$  = Besar curah hujan untuk periode ulang tahun (mm/jam)

$X$  = Tinggi hujan maksimum

$x_{\text{bar}}$  = Tinggi hujan maksimum komulatif rata - rata

$Y_t$  = variasi yang merupakan fungsi periode ulang

$Y_n$  = Nilai berdasarkan jumlah data curah hujan (n)

$S_n$  = Standart deviasi yang merupakan fungsinya

$I$  = Intensitas hujan(mm/jam)

Dalam menentukan variasi yang merupakan berkurang dalam suatu periode ulang dapat dilihat pada tabel 2.21

**Tabel 2.21 Variasi  $Y_t$**

Periode Ulang (tahun)	Variasi yang Berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2505
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan  
SNI 03-3424-1994 hal 16

Untuk menentukan nilai  $Y_n$  berdasarkan jumlah data curah hujan dapat dilihat pada tabel 2.22

**Tabel 2.22 Nilai  $Y_n$**

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501v	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994 hal 16*

Standard deviasi yang merupakan fungsinya dapat dilihat pada tabel 2.23

**Tabel 2.23 Nilai  $S_n$**

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	10,095	10,20	10,31
20	0,0628	10,695	10,695	10,811	10,854	10,91	10,96
30	0,1124	11,199	11,199	11,226	11,255	11,28	11,31
40	0,1413	11,435	11,435	11,480	11,499	11,51	11,53
50	0,1607	11,523	11,523	11,558	11,557	11,58	11,59
60	0,1747	11,759	11,759	11,782	11,782	11,80	11,81
70	0,1899	11,653	11,653	11,681	11,690	11,69	11,90
80	0,1938	11,945	11,945	11,959	11,967	11,97	11,98
90	0,2007	12,013	12,020	12,025	12,032	12,03	12,04

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994 hal16*

### 2.5.1.5 Waktu konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh pada daerah pengaliran ke lokasi drainase. Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh kemiringan saluran, kecepatan aliran dan kondisi permukaan saluran. Dari ketiga hal tersebut, perhitungan waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T_c = t_1 + t_2$$

Dimana :

$$T_1 = -$$

—

$$T_2 = \text{—}$$

Keterangan :

- $T_c$  = waktu konsentrasi (menit)
- $t_1$  = waktu inlet (menit)
- $t_2$  = waktu alir (menit)
- $L_o$  = jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase
- $L$  = panjang saluran (m)
- $N_d$  = koefisien hambatan (lihat tabel)
- $S$  = kemiringan daerah pengaliran
- $V$  = kecepatan air rata rata disalurkan (m/detik)

**Tabel 2.24 hubungan kondisi permukaan tanah dengan koef hambatan**

<b>kondisi lapis permukaan</b>	<b>nd</b>
1. lapisan semen dan aspal beton	0,013
2. permukaan licin dan kedap air	0,02
3. permukaan licin dan kokoh	0,1
4. tanah dgn rumput tipis dan gundul dgn permukaan sedikit kasar	0,2
5. padang rumput dan rerumputan	0,4
6. hutan gundul	0,6
7. Hutan rimbum dan hutan gundul rapat dgn hamparan rumput jarang sampai rapat	0,8

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994 hal 17*

**Tabel 2.25 Kecepatan aliran yang diizinkan berdasarkan jenis material**

Jenis bahan	Kecepatan aliran yang diizinkan (m/s)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau aluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	0,60-1,80

Beton	0,60-3,00
Beton bertulang	0,60-3,00

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03 - 3424-1994

#### 2.5.1.6 Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya tergantung dari pembebasan dan daerah sekelilingnya :

$$L = L1 + L2 + L3$$

$$A = L (L1+L2+L3)$$

Dimana :

- L = Batas daerah pengaliran yang diperhiitungkan
- L1 = ditetapkan dari as jalan bagian tepi perkerasaan
- L2 = Ditetapkan dari tepi perkerasaan yang ada sampai bahu jalan
- L3 = Tetgantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maximum 100 meter
- A = Luas daerah pengaliran

#### 2.5.1.7 Intensitas hujan maksimum

untuk mendapatkan intensitas hujan maksimum maka hasil perhitungan waktu konsentrasi diplotkan pada kurva basis rencana.

#### 2.5.1.8 Menentukan koefisien pengaliran

Aliran yang masuk kedalam saluran drainase berasal dari suatu chacment area disekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pegaliran di pergunakan persamaan :

$$C = \frac{2}{2} \frac{2}{3} \frac{3}{3}$$

Dimana :

- $C_1, C_2, C_3$  = koefesien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan
- $A_1, A_2, A_3$  = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

**Tabel 2.26 Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefesien pengaliran**

1. Jalan Beton dan Jalan Aspal	0,7	-	0,95
2. jalan kerikil dan jalan tanah	0,4	-	0,7
3. Bahu Jalan :			
- Tanah berbutir halus	0,4	-	0,65
- Tanah berbutir kasar	0,1	-	0,2
- Batuan masif keras	0,7	-	0,85
- Batuan masif lunak	0,6	-	0,75
4. Daerah perkotaan	0,7	-	0,95
5. Daerah pinggir kota	0,6	-	0,7
6. Daerah industri	0,6	-	0,9
7. Pemukiman padat	0,4	-	0,6
8. Pemukiman tidak padat	0,4	-	0,6
9. Taman dan kebun	0,2	-	0,4
10. Persawahan	0,45	-	0,6
11. Perbukitan	0,7	-	0,8
12. Pegunungan	0,75	-	0,9

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994 hal 9*

Keterangan : Untuk daerah datar ambil C yang terkecil  
untuk daerah lereng ambil C yang terbesar

### 2.5.1.9 Debit Aliran

Debit aliran air adalah jumlah air yang mengalir masuk kedalam saluran tepi. Dari keseluruhan analisa hidrologi



diatas, maka debit air yang melalui saluran drainase dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = \frac{CIA}{3}$$

Dimana :

Q = Debit Air (m/detik)

C = Koefesien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A= Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

### **2.5.2 Perencanaan Dimensi Saluran Drainase**

Saluran tepi diperhitungkan sedemikian sehingga mampu untuk :

- Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan perkerasan jalan.
- Menampung dan mengalirkan air (hujan) yang berasal dari permukaan penguasaan jalan

Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan antara lain :

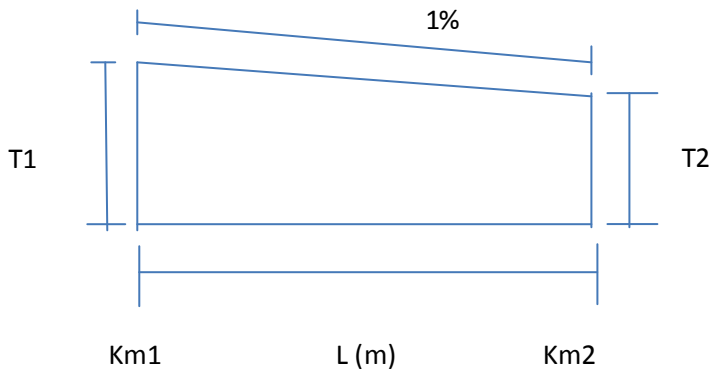
- Kondisi tanah dasar
- Kecepatan aliran
- Dalamnya kedudukan air tanah

Pada Umumnya saluran tepi dibuat mengikuti kelandaian jalan. Pada keadaan dimana bagian bagian jalan mempunyai alinyemen vertikal yang tajam (grade  $\geq 5\%$ ) maka kecepatan aliran pada saluran tepi (dengan grade  $\pm 5\%$ ) akan menjadi besar. Untuk menghindari tergerusnya saluran tepi dibuat dari pasangan batu.

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan saluran tepi adalah :

- Kecepatan aliran dalam saluran tepi tidak boleh terlalu besar sebab akan menyebabkan penggerusan.
- Sebaliknya kecepatan aliran pun tidak boleh terlalu kecil sebab akan menyebabkan pengendapan pada dasar saluran tepi.

### 2.5.2.1 Kemiringan Saluran



**Gambar 2.11 Kemiringan Saluran**

Kemiringan tanah ditempat dibuat saluran dengan ditentukannya dari hasil pengukuran di lapangan dan dihitung dengan rumus

Rumus kemiringan lapangan :

$$i = \frac{\text{---}^2}{\text{---}} \times 100\%$$

Rumus kemiringan secara perhitungan :

$$V = \frac{\text{---}}{\text{---}} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

Dimana :

I = Kemiringan yang diizinkan

t1 = Tinggi tanah di bagian tertinggi

t2 = Tinggi tanah di bagian terendah

V = Kecepatan aliran (m/detik)

n = Koefesien kekerasan Manning

R = F/P = Jari- Jari Hidrolik

A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

P = Keliling basah (m)

#### **2.5.2.2 Jari – jari hidrolis (R)**

$$R = \frac{A}{P}$$

Dimana :

R = Jari jari hidrolis (%)

A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

P = Keliling basah (m)

#### **2.5.2.3 Hubungan antara debit aliran, kecepatan aliran dan luas penampang**

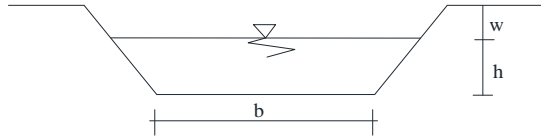
- Luas Penampang pada saluran tepi berbentuk trapesium (FD)

$$F_d = b \times h$$

Dimana :

b = Lebar saluran (m)

h = Kedalaman (m)  
w = Tinggi Jagaan (m)



▪ Kecepatan Rata – rata

$$V = \frac{Q}{A}$$

V = Kecepatan rata – rata (m/dt)  
R = Jari – jari hidrolis (%)  
i = Gradien Permukaan Air  
n = Koefesien Kekerasan Manning

▪ Hubungan antara debit aliran, kecepatan aliran, dan luas penampang

$$Q = V \times Fd$$

Dimana :

Q = Debit Aliran Air (m<sup>3</sup>/dt)  
V = Kecepatan Aliran  
Fd = Luas Penampang Aliran

**Tabel 2.27 harga n untuk rumus manning**

No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
	<b>Saluran Buatan</b>				
1	Saluran Tanah, lurus teratur	0,017	0,02	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dg exavator	0,023	0,028	0,03	0,04
3	Saluran pada dinding batuan lurus, teratur	0,02	0,03	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,04	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,03	0,035	0,04
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,03	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dg kecepatan aliran rendah	0,02	0,025	0,028	0,03
	<b>Saluran Alam</b>				
8	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,03	0,033
9	seperti no.8 tetapi ada timbunan atau kerikil	0,03	0,033	0,035	0,04
10	Melengkung, bersih, berlubang dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,04	0,045
11	seperti no.10, dangkal, tidak teratur	0,04	0,045	0,05	0,055
12	seperti no.10 berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,04	0,045	0,05
13	seperti no.11, sebagian berbatu	0,045	0,05	0,055	0,06
14	Aliran pelan, banyak tumbuh2an dan berlubang	0,05	0,06	0,07	0,08
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,1	0,125	0,15
	<b>Saluran Buatan, Beton, atau Batu Kali</b>				
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,03	0,033	0,035
17	Seperti no.16 tapi dg penyelesaian	0,017	0,02	0,025	0,03
18	Saluran Beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran Beton halus dan rata	0,01	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dg acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pracetak dg acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03 - 3424-1994*

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

Dalam menyusun proyek akhir yang bertemakan tentang perencanaan peningkatan jalan ini, penulis menyusun bab metodologi yang bertujuan untuk :

- Memberikan arahan dalam melaksanakan perencanaan peningkatan jalan.
- Mengetahui gambaran awal mengenai langkah-langkah menyusun proyek akhir ini secara sistematis.
- Mempermudah hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan perencanaan.
- Memperkecil terjadinya kesalahan yang ada dalam analisis perencanaan peningkatan jalan.

Metodologi yang digunakan dalam mengerjakan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

#### **3.1 Persiapan**

Sebelum melakukan tahap – tahap analisis peningkatan jalan, dilakukan kegiatan persiapan yang meliputi :

- Mengurus surat perijinan untuk meminta data yaitu Surat pengantar dari Kaprodi yang ditujukan kepada instansi yang terkait, dalam hal ini adalah Dinas Pekerjaan Umum Bidang Bina Marga Provinsi Jawa Timur.
- Mengumpulkan data dan segala bentuk kegiatan/hasil survei yang diperlukan dalam penyusunan laporan proyek akhir.
- Mempelajari semua data yang berkaitan dengan penunjang isi proyek akhir.

### 3.2 Pengumpulan Data

Berikut ini data yang telah diperoleh yang dibutuhkan dan didapatkan dari instansi pemerintah sebagaimana dijelaskan dalam tabel 3.1 :

#### Data Primer

*Tabel 3.1. Data yang diperoleh*

<b>DATA SKUNDER</b>	<b>SUMBER</b>
Laporan survei lalu lintas kendaraan	DINAS PEKERJAAN UMUM PROVINSI JAWA TIMUR
Data curah hujan	
Laporan survei topografi	
Laporan survei penyelidikan tanah : ▪ Data CBR Tanah dasar	
Gambar cross section, long section dan lokasi pekerjaan	
<b>DATA PRIMER</b>	<b>SUMBER</b>
Kondisi eksisting Jalan & Drainase	Survei lokasi

#### Data Geometrik Jalan

Kondisi geometrik jalan yang ada pada peta dilihat pada lampiran gambar, dimana secara umum geometrik jalan menyangkut aspek-aspek bagian jalan seperti lebar jalan, bahu jalan, kebebasan ke samping, pandangan menyiap dan henti, superelevasi, alinyemen horisontal, alinyemen vertikal, dan perencanaan dinding yang terdapat tebing.

Profil memanjang dapat diketahui melalui perpotongan alinyemen horizontal dengan garis kontur dan selanjutnya akan dikontrol alinyemen vertikal berdasarkan persyaratan yang ada



pada konstruksi jalan seperti kenyamanan, keamanan, keluwesan, keindahan, sehingga bentuk gabungan antara alinyemen vertikal dan horizontal yang baik akan memberikan kesan rasa aman dan nyaman yang dibutuhkan oleh kendaraan.

### **Data Tanah**

Data penyelidikan tanah yang didapat dari Proyek Perencanaan Jalan Kalianak adalah berupa data CBR, data penyelidikan tanah diambil dengan interval 500 meter. Nilai CBR yang diperoleh, ditentukan nilai CBR rencana yang merupakan nilai CBR rata-rata, yang digunakan untuk menentukan nilai daya dukung tanah (DDT). Cara penentuan CBR rata-rata dilakukan dengan menggunakan metode grafis, langkah-langkahnya antara lain:

- Tentukan harga CBR terendah
- Tentukan jumlah harga CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR
- Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100% dan yang lainnya merupakan prosentase dari harga tersebut
- Buat grafik hubungan CBR dan prosentase jumlah tersebut
- Nilai CBR rata-rata adalah yang didapat dari angka 90%

### **Data Lalu Lintas**

Data lalu lintas diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan tebal lapisan perkerasan dan geometrik jalan dengan memperkirakan adanya tingkat perkembangan lalu lintas atau kenaikan intensitas lalu lintas harian rata-rata per tahun sampai dengan umur rencana.

Data lalu lintas diperoleh dari Dinas PU Propinsi Jawa Timur. Berikut langkah-langkah mencari pertumbuhan lalu lintas tiap kendaraan :

- 1) Dari data masing-masing jumlah kendaraan bermotor dapat kita peroleh grafik dan persamaan regresi.
- 2) Cek grafis regresi dengan cara menghitung persamaan regresi tersebut.
- 3) Dari kesamaan regresi dapat kita peroleh pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing-masing tahun pada umur 20 tahun mendatang.
- 4) Dari hasil hitungan persamaan regresi dapat kita peroleh pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing-masing tahun.
- 5) Dengan jumlah hasil dari hitungan persamaan pertumbuhan lalu lintas pada tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dapat kita peroleh rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i), dengan rumus :
- 6) Kemudian kita ubah hasil dari rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) ke dalam bentuk persen (%).

### **Data Curah Hujan**

Data curah hujan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi. Data curah hujan ini digunakan untuk analisa hidrologi. Pada sub bab ini akan dibahas tentang data curah hujan, dan penentuan periode ulang hujan. Pengolahan data ini digunakan untuk menghitung debit limpasan air hujan yang ada di daerah tangkapan suatu ruas jalan. Data ini digunakan untuk menghitung dimensi penampang saluran drainase jalan.

### **Data Sekunder**

Data yang diperoleh dari referensi buku maupun internet yang dipakai sebagai literatur untuk menunjang dalam pengerjaan proyek akhir.

### **3.3 Survei Lokasi**

Mengetahui kondisi lingkungan dari lokasi studi yang diperlukan untuk data perhitungan perencanaan

(Data Primer). Dari hasil survei tersebut diperoleh data berupa foto kondisi lokasi studi.

### **3.4 Analisis Lalu Lintas**

Dalam perhitungan Lalu lintas ini kita bisa mengetahui data-data sebagai berikut:

- Kapasitas dasar
- Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar lalu lintas
- Faktor penyesuaian kapasitas dasar untuk pemisah arah
- Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping
- Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota
- Derajat kejenuhan (DS)

### **3.5 Analisis Perencanaan Peningkatan Jalan**

Dalam melakukan perhitungan perencanaan peningkatan jalan langkah-langkah kegiatan yang harus diperhatikan, antara lain :

- Analisis Kapasitas Jalan
- Perencanaan pelebaran jalan
- Perencanaan tebal perkerasan pelebaran jalan
- Pelapisan beton semen
- Kontrol Geometrik
- Saluran tepi (Perencanaan Drainase)

### **3.6 Metode pelaksanaan**

Metode pelaksanaan itu diperlukan untuk mempermudah jalannya pelaksanaan proyek yang meliputi :

1. Pekerjaan persiapan
2. Pembersihan lahan
3. Pekerjaan lapis beton semen
4. Quality control

### **3.7 Gambar Teknik Hasil Perencanaan**

Gambar hasil perencanaan meliputi :

- Gambar perencanaan pelebaran jalan atau geometrik jalan.
- Gambar perencanaan tebal perkerasan beton semen dan penampang melintang.
- Gambar perencanaan drainase.

### **3.8 Rencana Anggaran Biaya**

Hasil gambar desain selanjutnya dianalisis biayanya. Dalam analisis upah dan bahan tercantum koefisien-koefisien yang menunjukkan berapa banyak bahan dan jumlah tenaga kerja yang dipakai untuk dapat menyelesaikan suatu pekerjaan persatuan volume.

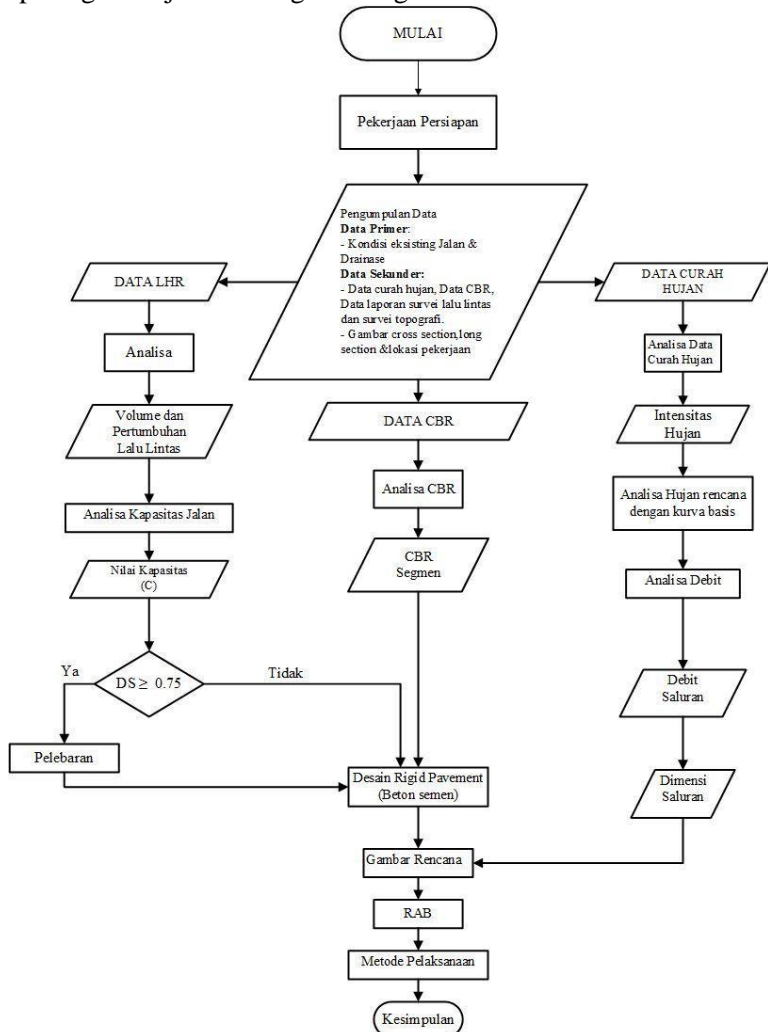
Komponen anggaran biaya pada proyek meliputi peralatan, tenaga kerja, bahan, dan anggaran biaya lainnya secara tidak langsung harus meliputi biaya administrasi perkantoran beserta stafnya yang berfungsi mengendalikan pelaksanaan proyek serta pajak yang harus dibayar sehubungan dengan adanya pelaksanaan proyek. Untuk mendapatkan pekerjaan yang efektif dan efisien, maka komponen alat, tenaga kerja dan bahan perlu dianalisis penggunaannya.

### **3.9 Kesimpulan dan Saran**

Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil perencanaan teknis.

### 3.10 Diagram Alir Perencanaan

Berikut adalah diagram alir secara umum perencanaan peningkatan jalan. sebagaimana gambar 3.1 di bawah ini :



**Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan**

*Sumber: Analisis sendiri*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Umum**

Perencanaan peningkatan jalan Kalianak ini mengacu pada jalan yang sudah ada. dimana semua data tentang kondisi jalan tersebut telah ada sebelum pelaksanaan perencanaan dimulai. Keakuratan data dalam perencanaan sangat berpengaruh terhadap kualitas konstruksi jalan yang direncanakan. Sebelum merencanakan jalan, terlebih dahulu melakukan survey kondisi lapangan, survey merupakan langkah awal dari seluruh pekerjaan yang harus dilakukan. Melalui dari hasil survey tersebut bisa diketahui kebutuhan peningkatan jalan yang kemudian berlanjut dengan penyusunan program perencanaan dan pelaksanaan.

Untuk mendukung perencanaan yang baik, makah diberikan data-data yang ada, data-data tersebut antara lain

- a. peta lokasi proyek
- b. data geometrik
- c. data CBR tanah dasar
- d. data lalu lintas (LHR)
- e. data curah hujan
- f. data foto kondisi eksisting jalan
- g. gambar long section dan cross section

Dari semua data diatas kondisi jalan yang disajikan terbut kemudian dapat dimulai perencana konstruksi jalan yang optimal.

## **4.2 Pengumpulan data**

### **4.2.1 Data Lalu lintas**

Jalan Kalianak terletak di kota Surabaya provinsi Jawa Timur. Dimana jalan terbagi dalam 2 jalur tanpa median.

Proyek peningkatan jalan ini memiliki panjang total 11+419 Km, dimulai dari Km 2+150 sampai Km 13+569. Untuk keperluan proyek akhir ini saya memakai STA 2+400 – 7+400.

### **4.2.2 Data Geometrik Jalan**

Kondisi geometrik jalan secara umum menyangkut aspek – aspek bagian jalan seperti : lebar perkerasan, lebar bahu jalan alinyemen vertikal dan horizontal, kebebasan samping, kemiringan melintang dan superelevasi. Tujuan utama penggunaan prinsip geometrik adalah tercapainya syarat – syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman.

Dari pengamatan lapangan maupun data proyek peningkatan jalan Kalianak memiliki kriteria desain yang ditentukan dinas pekerjaan umum bina marga propinsi Jawa Timur, sebagai berikut :

- |                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| 1. Kecepatan rencana (V)            | = 40 km/jam  |
| 2. Lebar perkerasan                 | = 2 x 9,00 m |
| 3. Miring melintang permukaan       | = 2%         |
| 4. Miring melintang bahu            | = 4%         |
| 5. Jari – jari lengkung minimum (R) | = 200 m      |
| 6. Miring lengkung minimum (e)      | = 10%        |
| 7. Landai maksimum                  | = 8 %        |
| 8. Koefisien gesek maksimum (fm)    | = 0,1525     |

### **4.2.3 Data CBR**

Penyelidikan tanah pada ruas jalan Kalianak dilakukan untuk dasar yang akan digunakan sebagai bahan perencanaan. Data CBR didapatkan dari DCP (Dynamic Cone



Penetration) yang dilaksanakan pada lokasi yang direncanakan.

Didapatkan harga CBR tanah dasar 2,16% seperti pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Data CBR**

No.	0.2" atas	0.2" bawah
1	3,07	3,24
2	2,22	2,43
3	1,03	1,25
4	1,09	1,20
5	1,02	1,12
6	2,06	2,27
7	2,31	2,47
8	1,62	1,78
9	0,80	0,93
10	0,72	0,86
11	0,69	0,85
12	1,48	1,66
13	2,74	2,47
14	1,86	1,66
15	1,52	1,47
16	1,58	1,55
17	2,41	2,28
18	2,56	2,62
19	2,36	2,44
20	1,71	1,55
21	0,38	0,83
22	0,89	1,17

23	2,13	2,03
24	2,66	2,39
25	2,07	2,42

*Sumber : Data Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Jatim*

#### **4.2.4 Data Lalu Lintas**

Data - data lalu lintas ini diperlukan untuk memperkirakan adanya pelebaran jalan dengan disertai perkiraan adanya perkembangan rata – rata volume kendaraan untuk merencanakan tebal lapis perkerasan pelebaran jalan.

Data – data yang di ambil berdasarkan hasil survey volume lalu lintas pada ruas jalan kalianak dalam dua arah yang dilaksanakan oleh pihak dinas pekerjaan umum bina marga. Data – data hasil survey lalu lintas didapat dilihat pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Pertumbuhan lalu lintas**

No	Jenis Kendaraan	2013	2014	2015	2016	2017
1	MC	124736	124736	152816	157074	180393
2	LV	3531	4435	6621	7511	8983
3	LB	3895	4202	4416	4563	5384
4	LT	192	315	342	352	400

*Sumber : Data Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Jatim*

#### **4.2.5 Data Curah Hujan**

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm.hari. data curah hujam ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) jawa timur untuk stasiun curah hujan terdekat dengna lokasi sistem drainase. Data curah hujam dari pengamatan didapatkan curah hujan rata – rata terbesar pertahun selama 1 tahun terakhir sebagai mana terlihat pada tabel.

**Tabel 4.3 Data Curah Hujan**

Tahun	Curah Hujan Maks	
	Asemrowo	Benowo
2006	188	254
2007	89	155
2008	109	168
2009	170	246
2010	100	117
2011	107	109
2012	140	182
2013	146	83
2014	86	115
2015	80	78

*Sumber : Data Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Jatim*

### **4.3 Pengolahan Data**

#### **4.3.1 Analisa Data Pertumbuhan Lalu Lintas Jalan Kalianak**

Untuk mengolah data lalu lintas jalan Kalianak dibutuhkan data kendaraan dari tahun 2013 – 2017 untuk mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas dari masing – masing jenis kendaraan. Kemudian di olah lagi menggunakan ms. Excel untuk mendapatkan nilai pertumbuhan lalu lintas (i) rata rata. Berikut langkah langkah yang digunakan untuk mencari pertumbuhan lalu lintas tiap kendaraan

- Masukkan data lalu lintas seperti kendaraan bermotor pada kolom “y” dan tahun perolehan data lalu lintas tersebut kedalam kolom “x” secara berurutan dari tahun pertama sampai tahun terakhir.

- b. Blok kolom “x” dan kolom “y” sehingga menghasilkan grafik regresi
- c. Cek grafik tersebut dengan cara menghitung persamaan regresi tersebut.
- d. Dari hasil perhitungan persamaan regresi dapat diperoleh pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dengan rumus :

$$X_1 = \frac{y_1 - y_0}{v_s} \longrightarrow X_5 = \frac{y_5 - y_4}{v_s}$$

- e. Dengan jumlah hasil dari perhitungan persamaan pertumbuhan lalu lintas pada tiap kendaraan untuk masing-masing tahun dapat kita peroleh rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) dengan rumus :

$$i = \frac{\sum x}{n}$$

- f. Dari persamaan regresi dapat kita peroleh prediksi pertumbuhan tiap-tiap kendaraan untuk masing-masing tahun pada umur 20 tahun mendatang.
- g. Kemudian kita ubah hasil dari rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) kedalam bentuk persen (%).

#### 4.3.1.1 Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Ringan (sedan, jee p, st.wagon/gol.2/1.1)

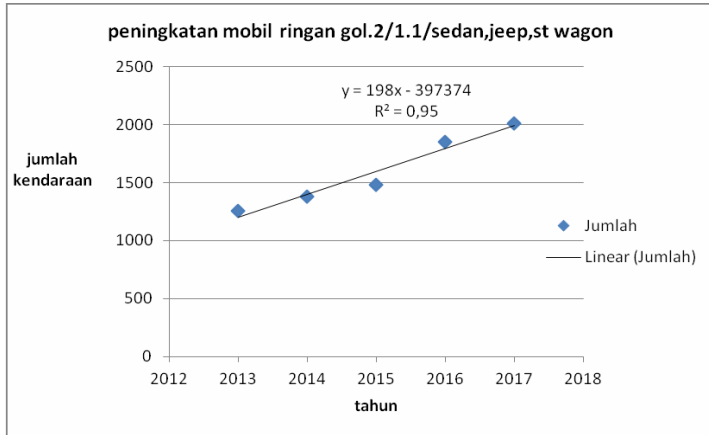
Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2013-2017 khususnya mobil ringan, data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.4 dan grafik regresi 4.1

**Tabel 4.4 Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Ringan  
(sedan, jee p, st.wagon/gol.2/1.1)**

No	Tahun	Jumlah
1	2013	1257
2	2014	1379
3	2015	1581
4	2016	1853

5	2017	2010
---	------	------

Sumber : PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur



**Gambar 4.1 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Mobil Ringan**

Sumber : Hasil perhitungan excel

**Tabel 4.5 Persamaan Regresi Mobil Ringan (sedan,jeep p,st.wagon/gol.2/1.1)**

x	y	R	Pers. Y	i per tahun	i rata2 (%)
2013	1257	0,95	1200		
2014	1379		1398	-1	<b>6,028</b>
2015	1581		1596	0,14163	
2016	1853		1794	0,124060	
2017	2010		1992	0,110367	
2018			2190	0,099397	
2019			2388	0,090410	
2020			2586	0,082914	

2021			2784	0,076566	
2022			2982	0,071120	
2023			3180	0,066398	
2024			3378	1,062264	
2025			3576	0,058614	
2026			3774	0,055369	
2027			3972	0,052464	
2028			4170	0,049848	
2029			4368	0,047482	
2030			4566	0,045329	
2031			4764	0,043363	
2032			4962	0,041561	
2033			5160	0,039903	
2034			5358	0,038372	
2035			5556	0,036954	
2036			5754	0,035637	
2037			5952	0,034410	

*Sumber : Hasil perhitungan excel*

#### **4.3.1.2 Pertumbuhan Lalu Lintas golongan 3 (pickup,combi)**

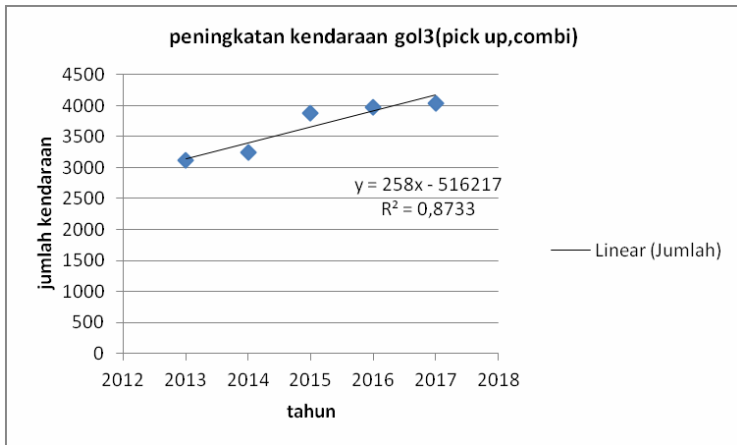
Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2013-2017 khususnya pick up dan combi , data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.6 dan grafik regresi pada gambar 4.2

**Tabel 4.6 Pertumbuhan Lalu Lintas Golongan 3(pick  
up,combi)**

No	Tahun	Jumlah
1	2013	3113

2	2014	3251
3	2015	3886
4	2016	3977
5	2017	4040

*Sumber : PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur*



**Gambar 4.2 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Pick Up, Combi**

*Sumber : Hasil perhitungan excel*

**Tabel 4.7 Persamaan Regresi Kendaraan Golongan 3(pickup,combi)**

x	y	R	Pers. Y	i per tahun	i rata 2 (%)
2013	3113	0,8733	3137		<b>4,471</b>
2014	3251		3395	0,082	
2015	3886		3653	0,076	
2016	3977		3911	0,071	
2017	4040		4169	0,066	

2018			4427	0,062	
2019			4685	0,058	
2020			4943	0,055	
2021			5201	0,052	
2022			5459	0,050	
2023			5717	0,047	
2024			5975	0,045	
2025			6233	0,043	
2026			6491	0,041	
2027			6749	0,040	
2028			7007	0,038	
2029			7265	0,037	
2030			7523	0,036	
2031			7781	0,034	
2032			8039	0,033	
2033			8297	0,032	
2034			8555	0,031	
2035			8813	0,030	
2036			9071	0,029	
2037			9329	0,028	

*Sumber : Hasil perhitungan exel*

#### **4.3.1.3 Pertumbuhan Lalu Lintas Golongan 4 (micro truck, pick up box)**

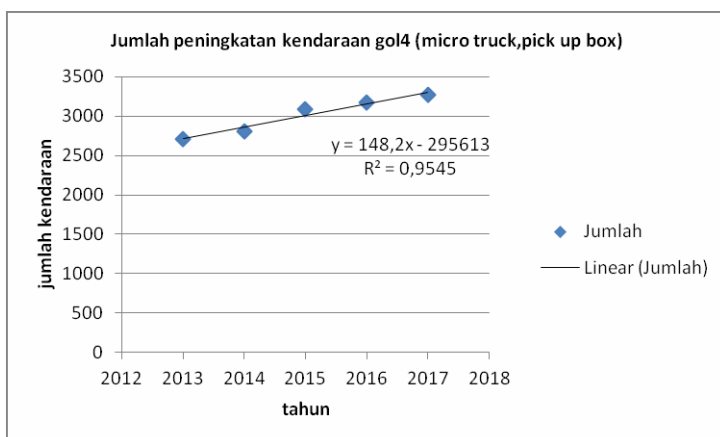
Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2013-2017 untuk micro truck dan pick up box, data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.8 dan grafik regresi pada gambar 4.3



**Tabel 4.8 Pertumbuhan Lalu Lintas Golongan 4(micro truck dan pick up box)**

No	Tahun	Jumlah
1	2013	192
2	2014	315
3	2015	342
4	2016	352
5	2017	400

*Sumber : PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur*



**Gambar 4. 3 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas micro truck dan pick up box**

*Sumber : Hasil perhitungan excel*

**Tabel 4.9 Persamaan Regresi Kendaraan Golongan 4(micro truck dan pick up box)**

x	y	R	Pers. Y	i per tahun	i rata2 (%)
2013	2709	0,9545	2713,6		<b>3,413</b>
2014	2811		2861,8	0,055	

2015	3089		3010	0,052	
2016	3173		3158,2	0,049	
2017	3269		3306,4	0,047	
2018			3454,6	0,045	
2019			3602,8	0,043	
2020			3751	0,041	
2021			3899,2	0,040	
2022			4047,4	0,038	
2023			4195,6	0,037	
2024			4343,8	0,035	
2025			4492	0,034	
2026			4640,2	0,033	
2027			4788,4	0,032	
2028			4936,6	0,031	
2029			5084,8	0,030	
2030			5233	0,029	
2031			5381,2	0,028	
2032			5529,4	0,028	
2033			5677,6	0,027	
2034			5825,8	0,026	
2035			5974	0,025	
2036			6122,2	0,025	
2037			6270,4	0,024	

*Sumber : Hasil perhitungan excel*

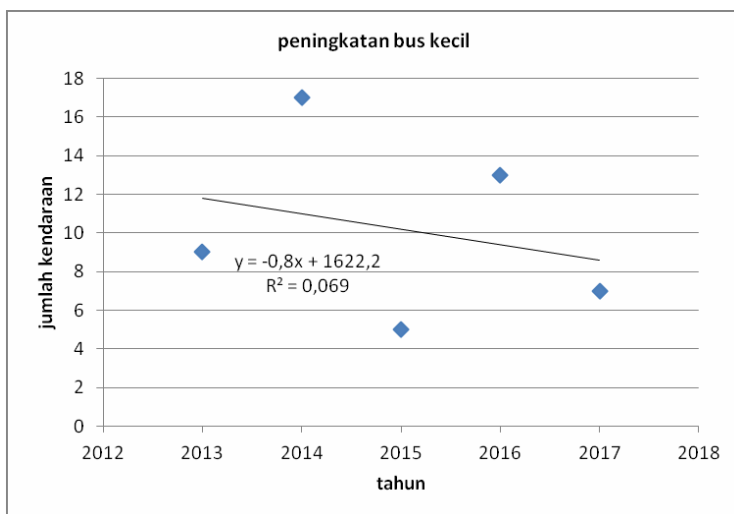
#### 4.3.1.4 Pertumbuhan Lalu lintas Bus kecil

Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2013-2017 khususnya bus kecil, data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.10 dan grafik regresi pada gambar 4.4

**Tabel 4.10 Pertumbuhan Lalu Lintas Bus kecil**

No	Tahun	Jumlah
1	2013	9
2	2014	17
3	2015	5
4	2016	13
5	2017	7

Sumber : PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur



**Gambar 4.4 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas bus kecil**

Sumber : Hasil perhitungan excel

**Tabel 4. 11 Persamaan Regresi bus kecil**

x	y	R	Pers. Y	i per tahun	i rata 2 (%)
2013	21	0,069	11,8		<b>10,346</b>
2014	23		11	-0,068	
2015	9		10,2	-0,073	
2016	13		9,4	-0,078	
2017	7		8,6	-0,085	
2018			7,8	-0,093	
2019			7	-0,103	
2020			6,2	-0,114	
2021			5,4	-0,129	
2022			4,6	-0,148	
2023			3,8	-0,174	
2024			3	-0,211	
2025			2,2	-0,267	
2026			1,4	-0,364	
2027			0,6	-0,571	
2028			-0,2	-1,333	
2029			-1	4,000	
2030			-1,8	0,800	
2031			-2,6	0,444	
2032			-3,4	0,308	
2033			-4,2	0,235	
2034			-5	0,190	
2035			-5,8	0,160	
2036			-6,6	0,138	

2037			-7,4	0,121	
------	--	--	------	-------	--

*Sumber : Hasil perhitungan exel*

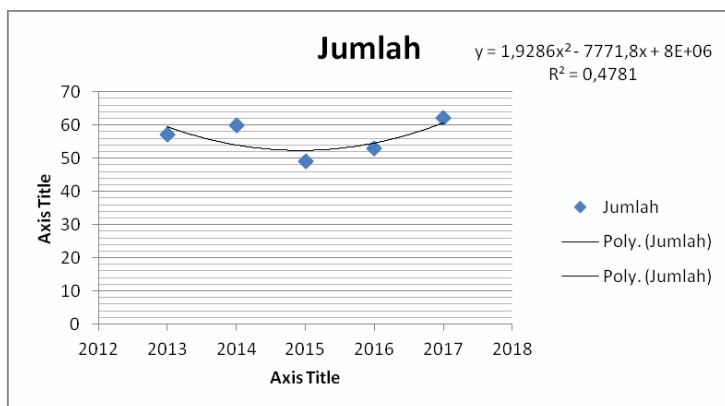
#### 4.3.1.5 Pertumbuhan Lalu lintas Bus Besar

Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2013-2017 khususnya bus besar, data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.12 dan grafik regresi pada gambar 4.5

**Tabel 4.12 Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Besar**

No	Tahun	Jumlah
1	2013	57
2	2014	60
3	2015	49
4	2016	53
5	2017	62

*Sumber : PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur*



**Gambar 4.5 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas bus besar**

*Sumber : Hasil perhitungan exel*

**Tabel 4. 13 Persamaan Regresi bus besar**

X	y	R	Pers. Y	i per tahun	i rata2 (%)
2013	57	0,4781	55,6		<b>0,51</b>
2014	60		55,9	0,00540	
2015	49		56,2	0,00537	
2016	53		56,5	0,00534	
2017	62		56,8	0,00531	
2018			57,1	0,00528	
2019			57,4	0,00525	
2020			57,7	0,00523	
2021			58	0,00520	
2022			58,3	0,00517	
2023			58,6	0,00515	
2024			58,9	0,00512	
2025			59,2	0,00509	
2026			59,5	0,00507	
2027			59,8	0,00504	
2028			60,1	0,00502	
2029			60,4	0,00499	
2030			60,7	0,00497	
2031			61	0,00494	
2032			61,3	0,00492	
2033			61,6	0,00489	
2034			61,9	0,00487	
2035			62,2	0,00485	
2036			62,5	0,00482	

2037			62,8	0,00480	
------	--	--	------	---------	--

Sumber : Hasil perhitungan exel

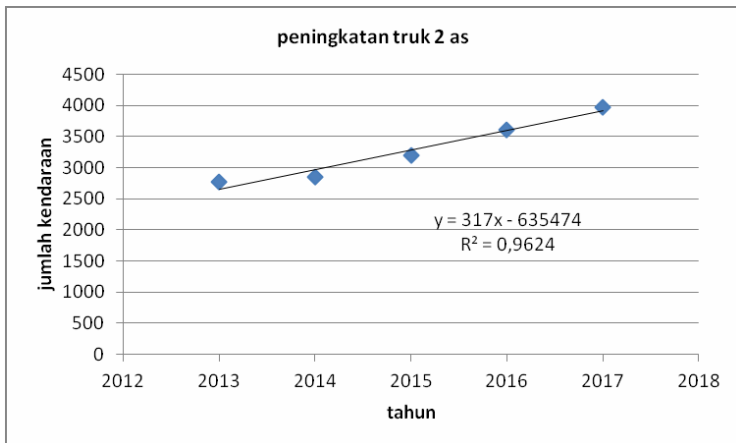
#### 4.3.1.6 Pertumbuhan Lalu lintas Truk 2 as

Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2013-2017 khususnya truk 2 as, data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.13 dan grafik regresi pada gambar 4.6

**Tabel 4.13 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 2 as**

No	Tahun	Jumlah
1	2013	2771
2	2014	2853
3	2015	3194
4	2016	3613
5	2017	3976

Sumber : PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur



**Gambar 4.6 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas bus besar**

Sumber : Hasil perhitungan exel

**Tabel 4.14 Pertumbuhan Lalu Lintas Bus Besar**

x	y	R	Pers. Y	i per tahun	i rata2 (%)
2013	2771	0,9624	2647		<b>1,120</b>
2014	2853		2964	0,10695	
2015	3194		3281	0,09662	
2016	3613		3598	0,08810	
2017	3976		3915	0,08097	
2018			4232	0,07491	
2019			4549	0,06969	
2020			4866	0,06515	
2021			5183	0,06116	
2022			5500	0,05764	
2023			5817	0,05450	
2024			6134	0,05168	
2025			6451	0,04914	
2026			6768	0,04684	
2027			7085	0,04474	
2028			7402	0,04283	
2029			7719	0,04107	
2030			8036	0,03945	
2031			8353	0,03795	
2032			8670	0,03656	
2033			8987	0,03527	
2034			9304	0,03407	
2035			9621	0,03295	
2036			9938	0,03190	



2037			10255	-1,00000	
------	--	--	-------	----------	--

Sumber : Hasil perhitungan excel

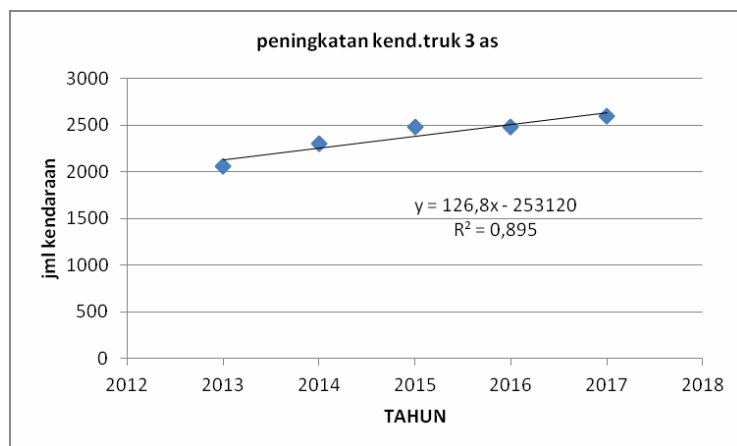
#### 4.3.1.7 Pertumbuhan Lalu lintas Truk 3 as

Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2013-2017 khususnya truk 3 as, data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.15 dan grafik regresi pada gambar 4.7

**Tabel 4.15 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 3 as**

No	Tahun	Jumlah
1	2013	2054
2	2014	2298
3	2015	2478
4	2016	2482
5	2017	2596

Sumber : PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur



**Gambar 4.7 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas truk 3 as**

Sumber : Hasil perhitungan excel

**Tabel 4.16 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 3 as**

x	y	R	Pers. Y	i per tahun	i rata2 (%)
2013	2054	0,895	2128,4		<b>3,622</b>
2014	2298		2255,2	0,0596	
2015	2478		2382	0,0562	
2016	2482		2508,8	0,0532	
2017	2596		2635,6	0,0505	
2018			2762,4	0,0481	
2019			2889,2	0,0459	
2020			3016	0,0439	
2021			3142,8	0,0420	
2022			3269,6	0,0403	
2023			3396,4	0,0388	
2024			3523,2	0,0373	
2025			3650	0,0360	
2026			3776,8	0,0347	
2027			3903,6	0,0336	
2028			4030,4	0,0325	
2029			4157,2	0,0315	
2030			4284	0,0305	
2031			4410,8	0,0296	
2032			4537,6	0,0287	
2033			4664,4	0,0279	
2034			4791,2	0,0272	
2035			4918	0,0265	
2036			5044,8	0,0258	

2037			5171,6	0,0251	
------	--	--	--------	--------	--

Sumber : Hasil perhitungan excel

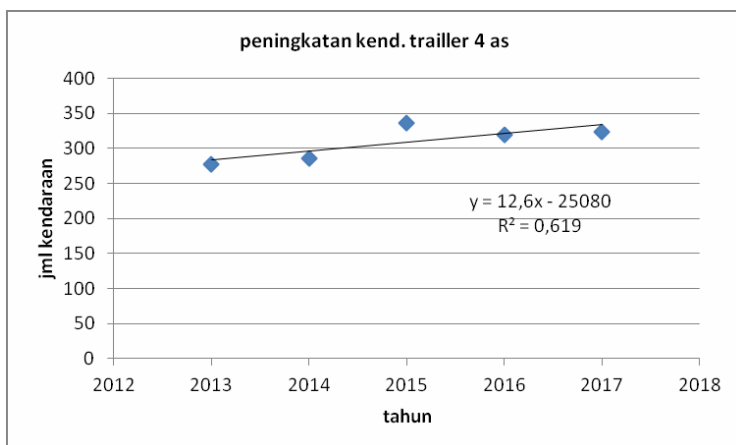
#### 4.3.1.8 Pertumbuhan Lalu lintas Truk 4 as

Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2013-2017 khususnya truk 4 as, data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.17 dan grafik regresi pada gambar 4.8

**Tabel 4.17 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 4 as**

No	Tahun	Jumlah
1	2013	278
2	2014	286
3	2015	336
4	2016	320
5	2017	324

Sumber : PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur



**Gambar 4.8 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 4 as**

Sumber : Hasil perhitungan excel

**Tabel 4.18 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 4 as**

x	y	R	Pers. Y	i per tahun	i rata2 (%)
2013	278	0,619	283,8		<b>2,948</b>
2014	286		296,4	0,0444	
2015	336		309	0,0425	
2016	320		321,6	0,0408	
2017	324		334,2	0,0392	
2018			346,8	0,0377	
2019			359,4	0,0363	
2020			372	0,0351	
2021			384,6	0,0339	
2022			397,2	0,0328	
2023			409,8	0,0317	
2024			422,4	0,0307	
2025			435	0,0298	
2026			447,6	0,0290	
2027			460,2	0,0282	
2028			472,8	0,0274	
2029			485,4	0,0266	
2030			498	0,0260	
2031			510,6	0,0253	
2032			523,2	0,0247	
2033			535,8	0,0241	
2034			548,4	0,0235	
2035			561	0,0230	
2036			573,6	0,0225	

2037			586,2	0,0220	
------	--	--	-------	--------	--

Sumber : Hasil perhitungan exel

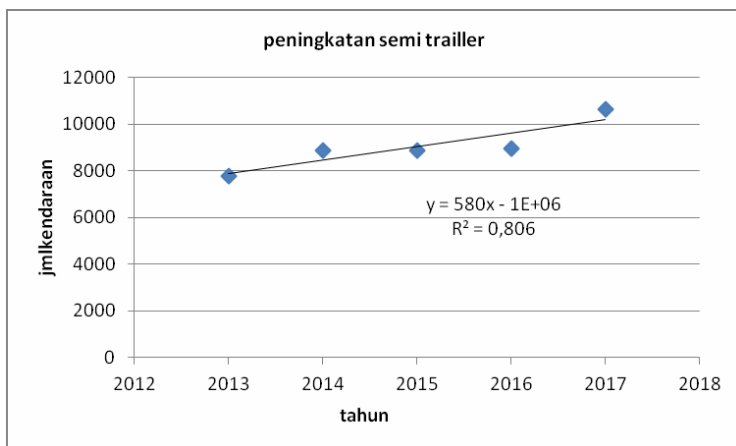
#### 4.3.1.9 Pertumbuhan Lalu lintas Truk 6 as

Pada pertumbuhan lalu lintas tahun 2013-2017 khususnya truk 6 as, data pertumbuhan lalu lintas bisa dilihat dari tabel 4.19 dan grafik regresi pada gambar 48

**Tabel 4.19 Pertumbuhan Lalu Lintas Truk 6 as**

No	Tahun	Jumlah
1	2013	7768
2	2014	8880
3	2015	8886
4	2016	8972
5	2017	10.622

Sumber : PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur



**Gambar 4.6 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas bus besar**

Sumber : Hasil perhitungan exel

**Tabel 4.20 Pertumbuhan Trailer 6 as**

x	y	R	Pers. Y	i per tahun	i rata2 (%)
2013	7768	0,4256	67540		<b>0,009</b>
2014	8880		68120	0,0086	
2015	6894		68700	0,0085	
2016	8972		69280	0,0084	
2017	10622		69860	0,0084	
2018			70440	0,0083	
2019			71020	0,0082	
2020			71600	0,0082	
2021			72180	0,0081	
2022			72760	0,0080	
2023			73340	0,0080	
2024			73920	0,0079	
2025			74500	0,0078	
2026			75080	0,0078	
2027			75660	0,0077	
2028			76240	0,0077	
2029			76820	0,0076	
2030			77400	0,0076	
2031			77980	0,0075	
2032			78560	0,0074	
2033			79140	0,0074	
2034			79720	0,0073	
2035			80300	0,0073	
2036			80880	0,0072	

2037			81460	0,0072	
					0,1881

*Sumber : Hasil perhitungan excel*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## BAB V

### PERHITUNGAN

#### 5.1 Perhitungan Analisa Kapasitas

##### 5.1.1 Menghitung Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar harus ditentukan berdasarkan kondisi geometrik di ruas jalan Kalianak. Berdasarkan lokasi di ruas jalan Kalianak, kondisi alinyemen horizontal dan kondisi alinyemen vertical kurang dari 10 m/km. Dapat disimpulkan bahwa

kondisi geometrik di ruas jalan Kalianak adalah datar. Untuk mengetahui tipe alinyemen termasuk datar, bukit atau gunung, maka digunakan analisa sebagai berikut:

---

**Tabel 5.1 Hasil perhitungan  $\Delta H$  STA 2+400 – 7+400**

No.	STA	Elevasi	$\Delta H$
1	2+400	4,038	
2	2+450	4,089	-0,051
3	2+500	4,190	-0,101
4	2+550	4,271	-0,081
5	2+600	4,196	0,075
6	2+650	4,192	0,004
7	2+700	4,293	-0,101
8	2+750	4,252	0,041
9	2+800	4,291	-0,039
10	2+850	4,348	-0,057
11	2+900	4,23	0,118
12	2+950	4,315	-0,085
13	3+000	4,393	-0,078
14	3+050	4,434	-0,041

15	3+100	4,684	-0,250
16	3+150	5,209	-0,525
17	3+200	4,606	0,603
18	3+250	4,430	0,176
19	3+300	4,353	0,077
20	3+350	4,302	0,051
21	3+400	4,210	0,092
22	3+450	4,193	0,017
23	3+500	4,115	0,078
24	3+550	4,217	-0,102
25	3+600	4,046	0,171
26	3+650	4,039	0,007
27	3+700	4,115	-0,076
28	3+750	4,110	0,005
29	3+800	4,154	-0,044
30	3+850	4,301	-0,147
31	3+900	4,103	0,198
32	3+950	4,131	-0,028
33	4+000	4,191	-0,060
34	4+050	4,229	-0,038
35	4+100	4,213	0,016
36	4+150	4,253	-0,040
37	4+200	4,302	-0,049
38	4+250	4,271	0,031
39	4+300	4,183	0,088
40	4+350	4,212	-0,029
41	4+400	4,088	0,124
42	4+450	4,337	-0,249
43	4+500	5,165	-0,828

44	4+550	5,775	-0,610
45	4+600	4,935	0,840
46	4+650	4,591	0,344
47	4+700	4,440	0,151
48	4+750	4,384	0,056
49	4+800	4,428	-0,044
50	4+850	4,569	-0,141
51	4+900	4,737	-0,168
52	4+950	4,728	0,009
53	5+000	4,712	0,016
54	5+050	4,777	-0,065
55	5+100	4,666	0,111
56	5+150	4,850	-0,184
57	5+200	4,758	0,092
58	5+250	4,763	-0,005
59	5+300	4,769	-0,006
60	5+350	4,879	-0,110
61	5+400	4,740	0,139
62	5+450	4,741	-0,001
63	5+500	4,667	0,074
64	5+550	4,672	-0,005
65	5+600	4,689	-0,017
66	5+650	4,516	0,173
67	5+700	4,351	0,165
68	5+750	4,533	-0,182
69	5+800	4,726	-0,193
70	5+850	4,232	0,494
71	5+900	4,249	-0,017
72	5+950	4,254	-0,005

73	6+000	4,195	0,059
74	6+050	4,165	0,030
75	6+100	4,163	0,002
76	6+150	4,164	-0,001
77	6+200	4,149	0,015
78	6+250	4,106	0,043
79	6+300	4,360	-0,254
80	6+350	4,183	0,177
81	6+400	4,178	0,005
82	6+450	4,183	-0,005
83	6+500	4,106	0,077
84	6+550	4,005	0,101
85	6+600	4,065	-0,060
86	6+650	4,103	-0,038
87	6+700	4,172	-0,069
88	6+750	4,198	-0,026
89	6+800	4,406	-0,208
90	6+850	5,701	-1,295
91	6+900	6,410	-0,709
92	6+950	5,657	0,753
93	7+000	4,551	1,106
94	7+050	4,273	0,278
95	7+100	4,272	0,001
96	7+150	4,298	-0,026
97	7+200	4,264	0,034
98	7+250	4,309	-0,045
99	7+300	4,202	0,107
100	7+350	4,312	-0,110
101	7+400	4,309	0,003

$\Delta H$	-0,271
------------	--------

Sumber : Hasil perhitungan excel

Maka Alinyemen Vertikal = \_\_\_\_\_

= \_\_\_\_\_

= 0,0542 m/km

Sesuai dengan tabel 5.2 alinyemen vertikal 0,0542 m/km < 10 m/km, maka jalan ini tergolong **Datar**. Sesuai dengan tabel 5.2 maka nilai kapasitas dasar adalah 1650 (smp/jam/lajur).

**Tabel 5.2 Tabel Kapasitas Dasar Perkotaan**

Tipe Jalan	Kapasitas dasar Co(smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi Atau jalan satu-arah	1650	perlajur
Empat-lajur tak terbagi	1500	perlajur
Dua-lajur tak terbagi	2900	perlajur

Sumber : MKJI 1997, Jalan Perkotaan

### 5.1.2 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Berdasarkan tabel 5.3 bahwa nilai FCw didapat dari tipe jalan 4/2 D dan lebar jalur efektif 8 meter sebesar 1,09.

**Tabel 5.3 Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif**

tipe jalan	lebar jalur lalu-lintas efektif (Wc) (m)	FCw
empat-lajur terbagi atau jalan satu-arah	perlajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96

	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
empat-lajur tak terbagi	per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
dua-lajur tak-terbagi	total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

*Sumber : MKJI 1997 untuk jalan perkotaan hal6-66*

### **5.1.3 Menentukan Fktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)**

Berdasarkan tabel 5.4 pemisah arah dihitung berdasarkan jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan Kalianak dan dinyatakan dengan presentase. Sehingga didapatkan :

**Tabel 5.4 Pemisah Arah**

Pemisah arah SP % - %		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua Lajur 2/2	1.0	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat Lajur 4/2	1.0	0,975	0,95	0,925	0,90

*Sumber : MKJI 1997 untuk jalan perkotaan*

#### 5.1.4 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan Kalianak dan data geometrik jalan maka jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping rendah dan lebar bahu jalan 1,0 meter. Maka didapatkan nilai FCsf = 0,89 dari tabel 5.5

**Tabel 5.5 Hambatan Samping**

tipe jalan	kelas hambatan samping	faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kerb-penghalang FCsf			
		jarak : kerb-penghalang Wk			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau jalan satu-arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber : MKJI 1997 untuk jalan perkotaan

### 5.1.5 Menentukan Nilai Kapasitas (C)

Dari persamaan 2.3 didapatkan nilai kapasitas

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \\ &= (1650 \times 6 \text{ lajur}) \times 0.92 \times 1 \times 0.89 \\ &= 8106,12 \end{aligned}$$

### 5.1.6 Menentukan Nilai Arus Total Lalu Lintas dalam satuan smp/jam (Q)

Dari persamaan 5.6 didapatkan nilai arus total lalu lintas :

$$Q \text{ (smp/jam)} = Q \text{ (kend/hari)} \times \text{emp}$$

Nilai emp didapat dari tabel 2.7

➤ Awal umur rencana tahun 2017

**Tabel 5.6 Hasil Perhitungan DS Awal umur rencana tahun 2017**

Tahun	Jenis Kendaraan	LHRT	k	Q arus total (kend/jam)	emp	Q (smp/jam)	C	DS
1	2	3	4	5 = (3x4)	6	7=(3x4x6)	8	9=( $\sum 7/8$ )
2017	sepeda motor	4841	0,11	532,51	0,5	266	8306,496	0,487
	sedan	2010	0,11	221,1	1	221		
	oplet	4040	0,11	444,4	1	444		
	pick up	2335	0,11	256,85	1	257		
	bus kecil	5	0,11	0,55	1,3	1		
	bus besar	44	0,11	4,84	1,5	7		
	truk tangki 2 sumbu	2840	0,11	312,4	2,5	781		
	truk tangki 3 sumbu	1298	0,11	142,78	2,5	357		
	truk tangki gandeng	162	0,11	17,82	2,5	45		
	truk trailer & semi trailer	5311	0,11	584,21	2,5	1461		
	Jumlah			2517,46		3840		

*Sumber : Perhitungan Exel*

➤ DS eksisting awal umur rencana tahun 2017

$$DS = -$$

$$= - \text{ ———— }$$

$$= 0,487$$

➤ Akhir umur rencana tahun 2037

DS akhir umur rencana tahun 2037



$$\begin{aligned}
 DS &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{1 + e^{-x_i}} \\
 &= \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} \frac{1}{1 + e^{-x_i}} \\
 &= 0,879
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.7 Rekapitulasi DS (6/2 UD) menggunakan KAJI**

Tahun	DS
2017	0,487
2018	0,503
2019	0,525
2020	0,540
2021	0,565
2022	0,582
2023	0,603
2024	0,614
2025	0,629
2026	0,648
2027	0,659
2028	0,668
2029	0,686
2030	0,697
2031	0,712
2032	0,740
2033	0,759
2034	0,785
2035	0,836
2036	0,859
2037	0,891

*Sumber : Hasil perhitungan KAJI*

Hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) diatas pada kondisi eksisting yang tipe jalannya 6/2 UD dengan lebar jalan 9 m pada tahun 2017 – 2037 *dibutuhkan pelebaran* karena  $\geq$  DS 0,75.

## 5.2 Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku

### 5.2.1 Analisa Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas sampai akhir umur rencana didapatkan dari perhitungan rata-rata pertumbuhan volume lalu lintas masing-masing jenis kendaraan.

Sedan, Jeep	= 6,02 %
Pick Up, Opelet	= 4,47 %
Micro Truck	= 3,41 %
Bus kecil	= 10,35%
Bus besar	= 0,51%
Truk 2 sumbu	= 1,12%
Truk 3 sumbu	= 3,62%
Trailer & semi trailer	= 0,009%
Truk gandeng	= 2,95 %

Dari nilai pertumbuhan lalu lintas (i) masing-masing kendaraan di atas akan digunakan untuk menentukan faktor pertumbuhan lalu lintas (R) untuk mendapatkan nilai Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) dari masing-masing jenis kendaraan.

Untuk perkerasan kaku, beban lalu lintas rencana yang diperhitungkan adalah kendaraan niaga dengan berat > 5 ton. Oleh karena itu kendaraan seperti sepeda motor, mobil, dan angkutan umum tidak masuk dalam perhitungan.

$$R = \text{—————}$$

- Perhitungan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R) untuk Kendaraan Golongan Sedan, Jeep, dengan  $i = 6,02\%$  ;  
UR = 20 tahun

$$R = \frac{1}{1 - \frac{i}{100}}^{UR}$$

$$R = \frac{1}{1 - \frac{6,02}{100}}^{20}$$

R = 59,602 (untuk hasil perhitungan kendaraan golongan yang lain disajikan pada tabel 5.8)

**Tabel 5.8 Faktor Pertumbuhan Kendaraan**

<b>Jenis Kendaraan</b>	<b>i (%)</b>	<b>R</b>
Bus kecil	10,350	59,602
Bus besar	0,490	20,959
Truk / Truk tangki 2 as	1,120	22,278
Truk / Truk tangki 3 as	3,620	28,631
Truk trailer & semi trailler	0,009	20,017
Truk / Truk tangki gandeng 4 as	2,948	26,729

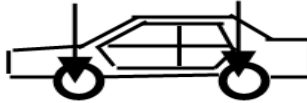
*Sumber : Hasil perhitungan Excel*

### 5.2.2 Perhitungan Distribusi Beban Kendaraan

Perhitungan angka ekivalen ditentukan berdasarkan berat beban kendaraan dan distribusi sumbu beban

➤ **Sedan, Jeep**

Berat sedan, jeep = 2000 kg = 2 ton



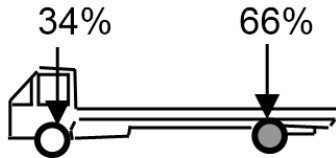
50%      50%

Beban sumbu depan(STRT) : 50% x 2 ton = 1 ton

Beban sumbu belakang(STRT): 50% x 2 ton = 1 ton

➤ **Pick up, Oplet**

Berat pick up, oplet = 3000 kg = 3 ton

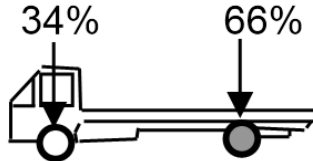


Beban sumbu depan : 34% x 3 ton = 1.02 ton

Beban sumbu belakang : 66% x 3 ton = 1.98 ton

➤ **Micro Truk**

Berat maksimum micro truk 4000 kg = 4 ton

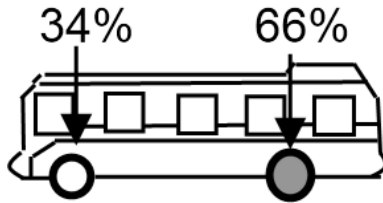


Beban sumbu depan : 34% x 4 ton = 1.36 ton

Beban sumbu belakang : 66% x 4 ton = 2.64 ton

➤ **Bus Kecil**

Berat maksimum bus kecil 8500 kg = 8.5 ton

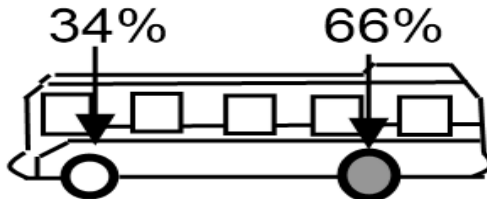


Beban sumbu depan :  $34\% \times 8.5 \text{ ton} = 2.89 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang:  $66\% \times 8.5 \text{ ton} = 5.61 \text{ ton}$

➤ **Bus Besar**

Berat maksimum bus besar  $14700 \text{ kg} = 14.7 \text{ ton}$

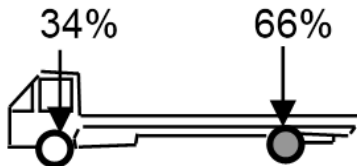


Beban sumbu depan :  $34\% \times 14.7 \text{ ton} = 4.998 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang:  $66\% \times 14.7 \text{ ton} = 9.702 \text{ ton}$

➤ **Truk 2 as  $\frac{3}{4}$**

Berat maksimum truk 2 as  $\frac{3}{4}$   $13000 \text{ kg} = 13 \text{ ton}$

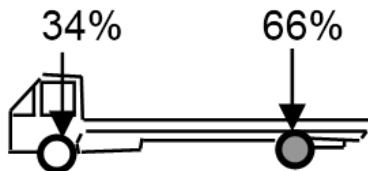


Beban sumbu depan :  $34\% \times 13 \text{ ton} = 4.42 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang :  $66\% \times 13 \text{ ton} = 8.58 \text{ ton}$

➤ **Truk 2 as**

Berat maksimum truk 2 as  $10000 \text{ kg} = 10 \text{ ton}$

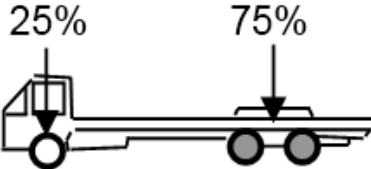


Beban sumbu depan :  $34\% \times 10 \text{ ton} = 3.4 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang :  $66\% \times 10 \text{ ton} = 6.6 \text{ ton}$

➤ **Truk 3 as**

Berat maksimum truk 3 as = 25000 kg = 25 ton

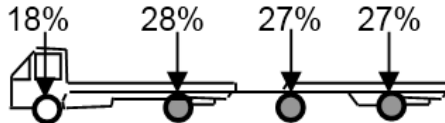


Beban sumbu depan :  $25\% \times 25 \text{ ton} = 6.25 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang:  $75\% \times 25 \text{ ton} = 18.75 \text{ ton}$

➤ **Truk Gandeng**

Berat maksimum Truk Gandeng 31400 kg = 31.4 ton



Beban sumbu depan :  $18\% \times 31.4 \text{ ton} = 5.652 \text{ ton}$

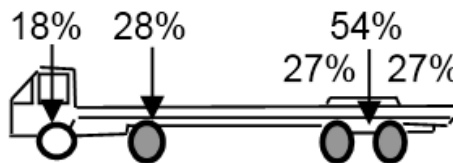
Beban sumbu tengah :  $28\% \times 31.4 \text{ ton} = 8.792 \text{ ton}$

Beban sumbu tengah :  $27\% \times 31.4 \text{ ton} = 8,478 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang:  $27\% \times 31.4 \text{ ton} = 8,478 \text{ ton}$

➤ **Truk Trailer 4 as**

Berat maksimum truk trailer& semi trailer 42000 kg = 42 ton

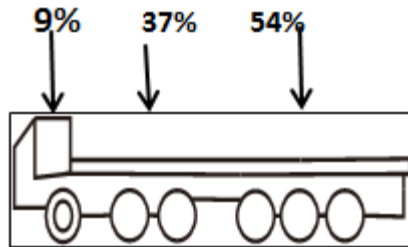


Beban sumbu depan :  $18\% \times 42 \text{ ton} = 7.56 \text{ ton}$

Beban sumbu tengah :  $28\% \times 42 \text{ ton} = 11.76 \text{ ton}$

Beban sumbu tengah :  $54\% \times 42 \text{ ton} = 22.68 \text{ Ton}$

➤ **Truk Trailer 6 as**



Beban sumbu depan :  $9\% \times 45 \text{ ton} = 4.05 \text{ ton}$

Beban sumbu tengah :  $37\% \times 45 \text{ ton} = 16.65 \text{ ton}$

Beban sumbu belakang :  $54\% \times 45 \text{ ton} = 24.3 \text{ Ton}$

### 5.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

#### 5.3.1 Menentukan Nilai Koefisien Distribusi Kendaraan

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana ditentukan menurut tabel di bawah ini :

**Tabel 5.9 Koefisien Distribusi Berdasarkan Jumlah Lajur**

Lebar Perkerasan	jumlah lajur (nl)	koefisien distribusi	
		1 arah	2 arah
$L_p < 5,5 \text{ m}$	1 lajur	1	1
$5,50\text{m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	2 lajur	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	3 lajur	0,50	0,475
$11,23 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	4 lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	5 lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	6 lajur	-	0,40

Sumber : Perkerasan Jalan Semen Beton Pd-T-14-2003

Ruas jalan Kalianak memiliki 6 lajur dengan 2 arah, maka Koefisien distribusi untuk kendaraan ringan adalah **0,4**.

### 5.3.2 Menentukan Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban ( $F_{KB}$ ). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada tabel 5.10.

**Tabel 5.10 Nilai Faktor Keamanan Beban**

no	Penggunaan	nilai Fkb
1	<p>jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi.</p> <p>bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survei beban (weight in motion) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15</p>	<p>1,2</p> <p>1,15</p>
2	jalan bebas hambatan (freeway) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	jalan dengan volume kendaraan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

*Sumber : Perkerasan Jalan Semen Beton Pd-T-14-2003*

### 5.3.3 Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) Selama Umur Rencana 20 Tahun

Jumlah sumbu kendaraan niaga masing-masing jenis kendaraan selama umur rencana dihitung dengan rumus sebagai berikut :



$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C$$

Dengan pengertian :

JSKN : jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.

JSKNH : jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.

R : faktor pertumbuhan komulatif

C : koefisien distribusi kendaraan

- Perhitungan JSKNH pada kendaraan niaga yang mempunyai berat beban  $\geq 5$  ton. Berikut perhitungan JSKNH kendaraan golongan Bus kecil:

Jumlah kendaraan Bus kecil (bh) = 5 bh

Jumlah sumbu kendaraan Bus kecil = 2

JSKNH = Jumlah kendaraan Bus kecil (bh) x Jumlah sumbu kendaraan Bus kecil

$$JSKNH = 5 \times 2 = 10$$

$$JSKN \text{ Bus kecil} = 365 \times JSKNH \times R$$

$$JSKN \text{ Bus kecil} = 365 \times 10 \times 59,602$$

$$JSKN \text{ Bus kecil} = 217547,22$$

(Untuk hasil perhitungan jumlah sumbu dari golongan kendaraan niaga yang lainnya, disajikan pada tabel 5.11 dan untuk hasil perhitungan JSKNH & JSKN disajikan pada tabel 5.12)

**Tabel 5.11 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Beban**

Jenis Kendaraan	konfigurasi beban sumbu (ton)				Jml. Kend (bh)	Jml. Sumbu per kend (bh)	Jml. Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG		STrRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
1	2				3	4	5 (3x4)	6	7	8	9	10	11	12	13
MP	1	1	-	-	2010	2	4020	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus kecil	2,89	5,61	-	-	5	2	10	2,89	5	5,61	5	-	-	-	-
Bus besar	5,00	9,70	-	-	44	2	88	5,00	44	9,70	44	-	-	-	-
Truk / Truk tangki 2 sumbu	3,40	6,60	-	-	2840	2	5680	3,40	2840	6,60	2840	-	-	-	-
Truk / Truk tangki 3 as	6,25	-	-	18,75	1298	2	2596	6,25	1298	-	-	18,75	1298	-	-
Truk trailer 4 as	7,56	-	11,76	22,68	3457	3	10371	7,56	3457	11,76	3457	22,68	3457	-	-
Truk trailler 6 as	4,05	-	16,65	24,3	1854	3	5562	4,05	1854	-	-	16,65	1854	24,3	1854
Truk / Truk tangki gandeng 4 as	5,652	8,792	8,478	8,478	162	4	648	5,652	162	8,792	162	-	-	-	-
										8,478 8,478	162 162				
<b>Total</b>							<b>24955</b>		<b>9660</b>		<b>3375</b>		<b>6609</b>		<b>1854</b>

Sumber : Hasil perhitungan Excel

**Tabel 5.12 Hasil Perhitungan JSKN**

<b>Jenis Kendaraan</b>	<b>i (%)</b>	<b>R</b>	<b>JSKNH</b>	<b>JSKN</b>
Bus kecil	10,350	59,602	10	217547,22
Bus besar	0,490	20,959	88	673201,49
Truk / Truk tangki 2 as	1,120	22,278	5680	46186872,79
Truk / Truk tangki 3 as	3,620	28,631	2596	27128977,35
Truk trailer & semi traller	0,009	20,017	15933	116410399,54
Truk / Truk tangki gandeng 4 as	2,948	26,729	648	6321871,29
				<b>196938869,7</b>
<b>JSKN RENCANA =</b>			<b>78775547,87</b>	

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

Setelah menghitung JSKN pada tiap-tiap golongan Kendaraan Niaga, selanjutnya akan dihitung JSKN Rencana dari Jumlah Total JSKN dari tiap-tiap golongan Kendaraan Niaga. Berikut perhitungan JSKN Rencana:

$$\text{JSKN Rencana} = \sum \text{JSKN} \times \text{Koefisien Distribusi (C)}$$

$$\text{JSKN Rencana} = 196938869,7 \times 0,40$$

$$\text{JSKN Rencana} = 78775547,87 = 7,9 \times 10^7$$

Selanjutnya, Perhitungan JSKN Rencana ini akan digunakan untuk menghitung Repetisi yang terjadi pada setiap Jenis sumbu kendaraan, yakni dengan mengalikan Proporsi beban (ton) x Proporsi sumbu x JSKN Rencana. Repetisi yang terjadi

pada setiap jenis sumbukendaraan niaga ini akan digunakan pada penaksiran tebal plat beton yang akan digunakan dan lapisan lean concrete yang akan dipakai.

Berikut ini perhitungan Repetisi sumbu rencana menurut jenis sumbu STRT, STRG, STdRG dan STrRG:

➤ **Jenis sumbu STRT:**

Beban sumbu (ton) = 7,56ton (lihat tabel 5.11)

Jumlah sumbu = 3457(lihat tabel 5.11)

- **Proporsi beban** = \_\_\_\_\_

Proporsi beban = \_\_\_\_\_

Proporsi beban = 0,358

- **Proporsi sumbu** = \_\_\_\_\_

Proporsi sumbu = \_\_\_\_\_

Proporsi sumbu = 0,387

- **Repetisi Yang terjadi = Proporsi beban x Proporsi sumbu x JSKN Rencana**

Repetisi Yang terjadi =  $0,358 \times 0,387 \times 78775547,87$

Repetisi Yang terjadi =  $10912725,67 = 1,09 \times 10^7$

(untuk lebih lengkapnya, hasil perhitungan Repetisi pada jenis sumbu STRT,STRG,STdRG & STrRG yang terjadi disajikan pada tabel 5.13)

**Tabel 5.13 Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana**

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu Lintas Rencana	Repetisi yang Terjadi
1	2	3	$4=(3) / \text{Total } 3$	$5=\text{Total } 3 / \sum \text{Total } 3$	6 (JSKN)	$(7)=(4) \times (5) \times (6)$
STRT	7,56	3457	0,358	0,387	78775547,87	10912725,67
	6,25	1298	0,134	0,387	78775547,87	4097401,769
	5,652	162	0,017	0,387	78775547,87	511386,0451
	5,00	44	0,005	0,387	78775547,87	138894,9752
	4,05	1854	0,192	0,387	78775547,87	5852529,183
	3,40	2840	0,294	0,387	78775547,87	8965039,309
	2,89	5	0,001	0,387	78775547,87	15783,51991
<b>Total</b>		<b>9660</b>	<b>1,000</b>			
STRG	11,76	3457	0,506	0,274	78775547,87	10912725,67
	9,70	44	0,006	0,274	78775547,87	138894,9752
	8,792	162	0,024	0,274	78775547,87	511386,0451
	8,478	162	0,024	0,274	78775547,87	511386,0451
	8,478	162	0,024	0,274	78775547,87	511386,0451
	6,60	2840	0,416	0,274	78775547,87	8965039,309
	5,61	5	0,001	0,274	78775547,87	15783,51991
<b>Total</b>		<b>6832</b>	<b>1,000</b>			
STdRG	22,68	3457	0,523	0,265	78775547,87	10912725,67
	18,75	1298	0,196	0,265	78775547,87	4097401,77
	16,65	1854	0,281	0,265	78775547,87	5852529,18
<b>Total</b>		<b>6609</b>	<b>1,000</b>			
STrRG	24,3	1854	1,000	0,074	78775547,87	5852529,18
<b>Total</b>		<b>1854</b>	<b>1,000</b>			
<b>Kumulatif</b>		<b>24955</b>				<b>78775547,87</b>

### 5.3.4 Analisa Data CBR

#### a. Perkerasan Kaku Diatas Perkerasan Lentur

Tebal lapis tambahan perkerasan beton semen di atas perkerasan lentur dihitung dengan cara yang sama seperti perhitungan plat beton semen pada perencanaan baru. Modulus perkerasan lama ( $k$ ) diperoleh dengan melakukan pengujian pembebanan pelat (*plate bearing test*) menurut AASHTO T.222- 81 di atas permukaan perkerasan lama yang selanjutnya dikorelasikan terhadap nilai CBR. Bila nilai  $k$  lebih besar dari 140 kPa/mm (14 kg/cm<sup>3</sup>), maka nilai  $k$  dianggap sama dengan 140 kPa/mm (14 kg/cm<sup>3</sup>) dengan nilai CBR 50%. (*Pedoman perencanaan perkerasan jalan beton semen hal.32*).

#### b. Perkerasan Kaku di Daerah Pelebaran

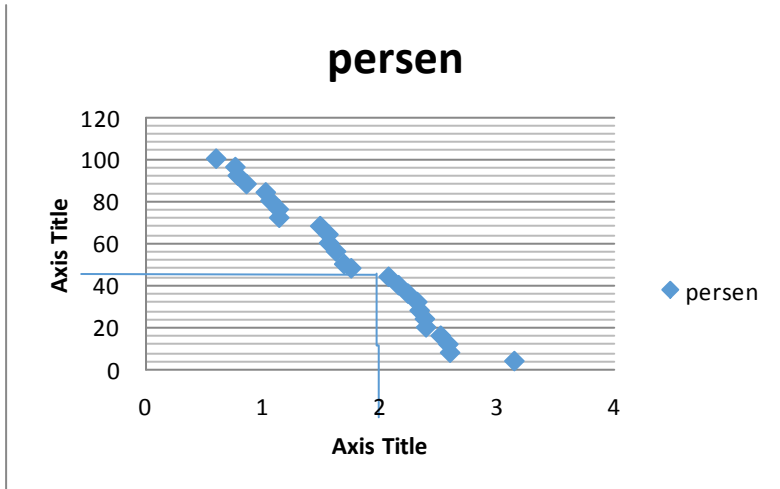
Untuk merencanakan peningkatan jalan diperlukan CBR rencana, dimana CBR rencana ini diperlukan dalam perencanaan pelebaran jalan. CBR yang digunakan adalah CBR tanah dasar. Dari data yang diperoleh (lihat tabel 5.14), maka dapat dihitung besarnya harga CBR rencana yang mewakili suatu lokasi. Perhitungan harga CBR rencana dapat diperoleh dengan cara metode grafis dan analitis. Dalam perhitungan CBR rencana ruas jalan Kalianak menggunakan metode grafis dapat dilihat pada gambar 5.1.

**Tabel 5.14 Perhitungan CBR Tanah Dasar**

No.	0.2" atas	0.2" bawah	0.2" rata	0.2" rata urut	urut	persen
1	3,07	3,24	3,155	0,605	25	100
2	2,22	2,43	2,325	0,77	24	96
3	1,03	1,25	1,14	0,79	23	92
4	1,09	1,20	1,145	0,865	22	88
5	1,02	1,12	1,07	1,03	21	84
6	2,06	2,27	2,165	1,07	20	80
7	2,31	2,47	2,39	1,14	19	76
8	1,62	1,78	1,70	1,145	18	72
9	0,80	0,93	0,865	1,495	17	68
10	0,72	0,86	0,79	1,565	16	64
11	0,69	0,85	0,77	1,57	15	60
12	1,48	1,66	1,57	1,63	14	56
13	2,74	2,47	2,605	1,70	13	50
14	1,86	1,66	1,76	1,76	12	48
15	1,52	1,47	1,495	2,08	11	44
16	1,58	1,55	1,565	2,165	10	40
17	2,41	2,28	2,345	2,245	9	36
18	2,56	2,62	2,59	2,325	8	32
19	2,36	2,44	2,40	2,345	7	28
20	1,71	1,55	1,63	2,39	6	24
21	0,38	0,83	0,605	2,4	5	20
22	0,89	1,17	1,03	2,525	4	16
23	2,13	2,03	2,08	2,59	3	12
24	2,66	2,39	2,525	2,605	2	8
25	2,07	2,42	2,245	3,155	1	4

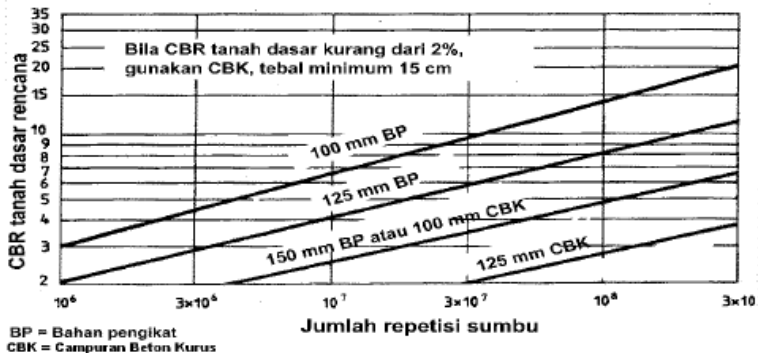
*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

Apabila data CBR yang didapat kurang seragam (selisihnya jauh), maka analisa data CBR perlu dibagi menjadi beberapa segmen sesuai dengan nilai keseragamannya.



**Gambar 5. 1. Gambar grafik CBR**

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

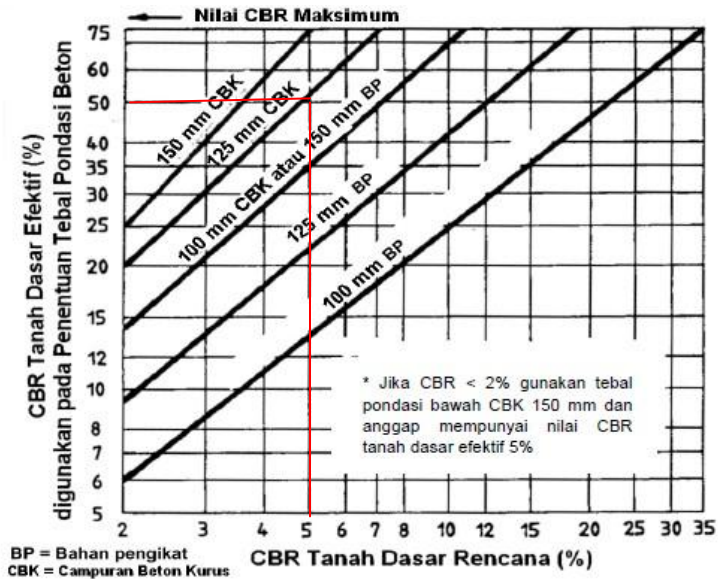


**Gambar 5.2 Tebal pondasi bawah minimum untuk  
perkerasan beton semen**

*Sumber : Perkerasan semen beton Pd-T-14-2003*



Dari hasil grafik di atas dapat ditentukan pondasi bawah yaitu Campuran Beton Kuras Untuk mendapatkan nilai CBR tanah dasar efektif maka menggunakan grafik dari gambar 2.10 pada Bab II yang ditunjukkan pada gambar 5.3 sebagai berikut :



**Gambar 5.3 CBR Tanah Dasar Rencana**

*Sumber : Perkerasan semen beton Pd-T-14-2003*

Dengan nilai CBR efektif = 50% didapatkan pondasi bawah Campuran Beton Kuras = 100 mm.

### 5.3.5 Pondasi Bawah

Pondasi bawah yang digunakan pada proyek akhir ini adalah berupa pondasi bawah Lean concrete. Ketebalan lapis pondasi sebesar 10 cm.

### 5.3.6 Beton Semen

Kekuatan beton yang digunakan pada perencanaan proyek akhir ini menggunakan kuat tarik lentur beton  $f'_{cf} = 4 \text{ Mpa}$  ( $f'_c = 40 \text{ kg/cm}^2$ )

### 5.3.7 Umur Rencana

Umur rencana pada perkerasan kaku ini adalah 20 tahun.

### 5.3.8 Lalu Lintas

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

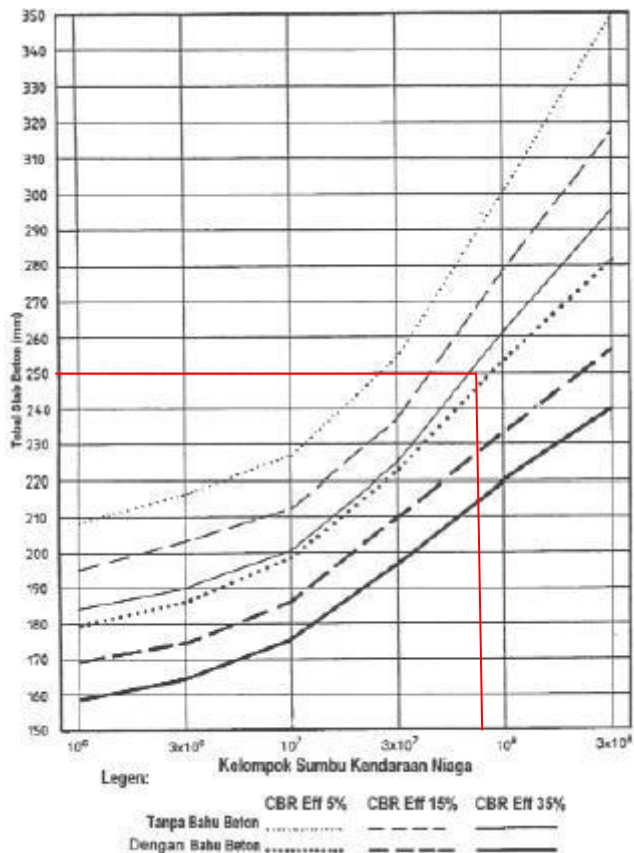
Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

- Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
- Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
- Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- Sumbu tridem roda ganda (STrRG)

### 5.3.9 Perhitungan Tebal Plat Beton

- a) Jenis perkerasan : BBDT
- b) Jenis bahu : Tanpa bahu beton
- c) Umur rencana : 20 tahun
- d) JSKN Rencana :  $7,9 \times 10^7$
- e) Faktor kemanan beban : 1.2
- f) Kuat tarik lentur beton ( $f'_{cf}$ ) umur 28 hari : 4 MPa
- g) CBR efektif : 50 %
- h) CBR tanah dasar : 5 %
- i) Pondasi bawah : lean concrete
- j) Peranan jalan : Arteri primer
- k) Dimensi jalan :
  - Lebar jalan = 9 m
  - Lebar total = 18 m

### 5.3.10 Taksiran Tebal Plat



**Gambar 5.4 Grafik Perencanaa,  $f_{cf} = 4,25$  Mpa, Lalu lintas Dalam kota  $F_{kb} = 1,2$**

*Sumber : Perkerasan semen beton Pd-T-14-2003*

Diperoleh taksiran tebal plat = 25 cm.

Untuk membuktikan bahwa tebal plat 25cm mampu memikul beban kendaraan, maka perhitungan selanjutnya adalah pengecekan Analisa fatik & Analisa erosi.

➤ **Perhitungan Analisa Fatik & Erosi untuk Jenis sumbu STRT**

Diketahui:

- Beban sumbu = 75,6 kN
- Beban Rencana Per roda = \_\_\_\_\_

Beban Rencana Per roda = \_\_\_\_\_

Beban Rencana Per roda = 45,36 kN

- Tegangan Ekvivalen = 0,65 (didapat dari Tabel 8 hal.23 Perkerasan Semen dan Beton Pd-T-14-2003)
- Faktor Erosi = 1,54 (didapat dari Tabel 8 hal.23 Perkerasan Semen dan Beton Pd-T-14-2003)
- Faktor Rasio Tegangan =  $\frac{0,65}{1,54} = 0,422$
- Pada Analisa Fatik digunakan Gambar 19 hal.26 Perkerasan Semen dan Beton Pd T-14-2003. Plot pada Beban per roda pada kelompok sumbu (kN), tarik garis lurus pada Faktor Rasio Tegangan yang sudah didapat. Kemudian akan diperoleh Repetisi Beban ijin. Jika Repetisi Beban Ijin melewati batas garis, maka repetisi ijin Tidak Terbatas (TT) dan persen rusaknya adalah 0.
- Begitu pula pada Analisa Erosi, menggunakan Gambar 20 hal.27 Perkerasan Semen dan Beton Pd T-14-2003. Plot pada Beban per roda pada kelompok sumbu (kN), tarik garis lurus pada Faktor Erosi yang sudah didapat. Kemudian akan diperoleh Repetisi Beban ijin. Jika Repetisi Beban Ijin melewati batas garis, maka repetisi ijin Tidak Terbatas (TT) dan persen rusaknya adalah 0.

Perhitungan tebal plat yang akan digunakan adalah dengan cara memilih tebal plat tersebut dan menganalisisnya dengan cara yang telah ditabelkan pada tabel 5.4.

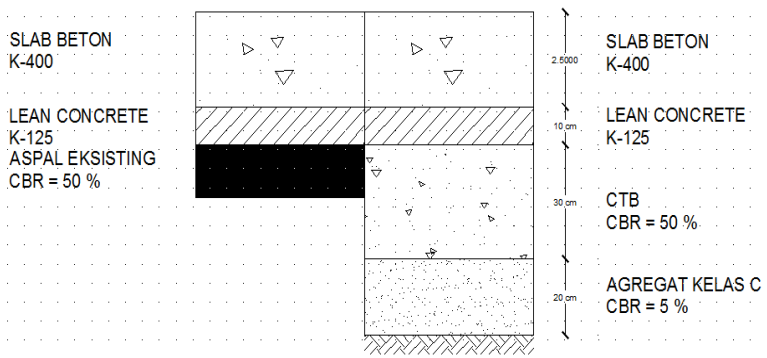
**Tabel 5.15 Analisa Fatik dan Erosi Dengan Tebal Plat = 25 cm**

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton(kN)	Beban Rencana Per roda (kN)	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan & Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi ijin	Persen Rusak (%)
1	(2)*10 kN	$3=[(2) \times F_k b]/jml$ roda per as	4	5	6	$7=(4) \cdot 100 / (6)$	8	$9=(4) \cdot 100 / (8)$
<b>STRT</b> 2 (Roda)	75,6	45,36	10912726	TE = 0,65	TT	0	TT	0
	62,5	37,5	4097401,8	FE = 1,54	TT	0	TT	0
	56,52	33,912	511386,05	FRT =	TT	0	TT	0
	49,98	29,988	138894,98	0,1625	TT	0	TT	0
	40,5	24,3	5852529,2		TT	0	TT	0
	34,0	20,4	8965039,3		TT	0	TT	0
	28,9	17,34	15783,52		TT	0	TT	0
<b>STRG</b> 4 (Roda)	117,60	35,28	10912726	TE = 1,09	$5 \times 10^7$	21,825	$6 \times 10^8$	1,819
	97,02	29,11	138894,98	FE = 2,14	TT	0	TT	0
	87,92	26,38	511386,05	FRT =	TT	0	TT	0
	84,78	25,43	511386,05	0,2725	TT	0	TT	0
	84,78	25,43	511386,05		TT	0	TT	0
	66,00	19,80	8965039,3		TT	0	TT	0
	56,10	16,83	15783,52		TT	0	TT	0
<b>STdRG</b> 8 (Roda)	226,80	34,02	10912726	TE = 0,98	TT	0	$4 \times 10^7$	27,282
	187,50	28,13	4097401,8	FE = 2,32	TT	0	$7 \times 10^8$	0,585
	166,5	24,98	5852529,2	FRT = 0,245	TT	0	TT	0
<b>STrRG</b> 12 (Roda)	243,0	24,30	5852529,2	TE = 0,73 FE = 2,45 FRT=0,1825	TT	0	TT	0
Total					21,83		29,7	

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

Keterangan : TE = Tegangan Ekvivalen; FRT = Faktor Rasio Tegangan; FE = Faktor Erosi; TT = Tidak Terbatas.

Dengan tebal plat = 250 mm, ternyata jumlah fatik = 21,83% < 100% dan erosi = 29,7% < 100%, maka tebal plat sudah mencukupi dan tidak perlu ditambah.



**Gambar 5.5 Lapis Tebal eksisting dan pelebaran**

*Sumber : Gambar Autocad drawing*

### 5.3.11 Perencanaan Tulangan

Penulangan pada perkerasan beton bertulang bersambung ada dua yaitu penulangan memanjang dan melintang.

- Ukuran plat :

Tebal plat : 0,25 m

Lebar plat : 9 m

Panjang plat : 5 m - BJTU 24

Kuat tarik leleh ( $f_y$ ) = 240 Mpa

Kuat tarik ijin ( $f_s$ ) =  $0,6 \times 240 \text{ Mpa} = 144 \text{ Mpa}$

### 5.3.12 Sambungan muai (*Expansion Joint*)

Sambungan muai dipasang tiap 5 meter dan dengan ketentuan pada tabel 2.18. Ukuran dan jarak ruji (dalam mm), dengan tebal plat 25 cm adalah :

- Diameter dowel : 36 mm (polos)
- Panjang dowel : 450 mm
- Jarak dowel : 300 mm

### 5.3.13 Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*)

- $A_t = 204 \times b \times h$

- $A_t = 204 \times 3,5 \text{ m} \times 0,225 \text{ m}$
- $A_t = 160,65 \text{ mm}^2$
- Digunakan tulangan baja ulir diameter 16 mm
- $A_s = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$
- $A_s = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (16 \text{ mm})^2$
- $A_s = 200,96 \text{ mm}^2$
- Tulangan yang diperlukan per meter :
- $= 160,65 \times \frac{200,96}{2} = 0,799 \quad h \approx 1 \quad h$
- Maka jarak tulangan memanjang yang diperlukan adalah :
- Jarak antar tulangan (as-as tie bar) =  $1000 \text{ mm} / 1$
- = 1000 mm
- Panjang batang pengikat :
- $L = (38,3 \times \emptyset) + 75$
- dimana :
- $L$  = panjang batang pengikat (mm)
- $\emptyset$  = diameter batang pengikat yang dipilih (mm)
- $L = (38,3 \times 16 \text{ mm}) + 75$
- $L = 687,8 \text{ mm} \approx 688 \text{ mm}$

#### 5.3.14 Penulangan Memanjang

Prosedur tulangan memanjang yang dibutuhkan pada perkerasan beton bertulang bersambung dihitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{h}{2} \\
 &= 1,3 \times 2400 \times 0,225 \times 0,6 \times 240 \\
 &= 119,44 \text{ mm} \\
 A_{s \text{ min}} &= 0,1 \% \times h \times 1000 \\
 &= 0,1 \% \times 225 \text{ mm} \times 1000 \\
 &= 225 \text{ mm}^2/\text{m} \\
 \text{Gunakan tulangan } \emptyset 12 - 225 \text{ mm} \quad (A_s &= 502,4 \text{ mm}^2)
 \end{aligned}$$

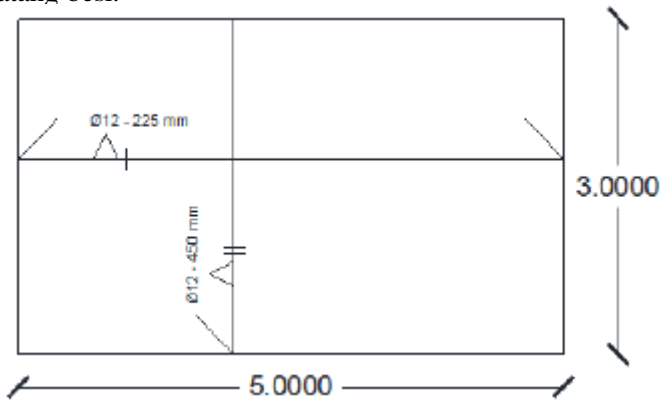
Tulangan besi yang diperlukan adalah =  $(3500 \div 225) + 1 = 17$  batang besi.

### 5.3.15 Penulangan Melintang

Prosedur tulangan melintang yang dibutuhkan padan perkerasan beton bersambung dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,3}{3,5} \times \frac{2400}{9,8} \times \frac{0,225^2}{2} \times \frac{0,6}{240} \\
 &= 83,61 \text{ mm}^2/\text{m} \\
 A_s \text{ min} &= 0,1 \% \times h \times 1000 \\
 &= 0,1 \% \times 225 \text{ mm} \times 1000 \\
 &= 225 \text{ mm}^2/\text{m}
 \end{aligned}$$

Gunakan tulangan Ø12 - 450 mm ( $A_s = \frac{251,2 \text{ mm}^2}{193}$ ) + 1 = 12 batang besi.



**Gambar 5.6 Detail Tulangan Melintang**

*Sumber : Gambar autocad drawing*

### 5.4 Analisa Geometrik

Dari gambar shop drawing proyek yang ada pada ruas jalan kalianak STA 2+400 – 7+400. Terdapat 1 lengkung horizontal yaitu lengkung di sepanjang ruas jalan ini,. Berikut hitungan lengkung horizontal :



Lengkung horizontal terletak pada STA 4+125 :

Full Circle

Kecepatan rencana : 40 km/jam

R : 1500 m

$\Delta : 1^\circ$  ; e max=2% ; f max = 0,05 ; Ls'=30m ; en = 2%

Rc = \_\_\_\_\_

Rc = 188,98 m

Tc = Rc.tg.1/2  $\Delta$

Tc = 13,09 m

Ec = Tc.tg  $\frac{1}{4} \Delta$

Ec = 0,046 m

Lc = 0,01745 x  $\Delta$  x R

Lc = 26,175m

26,175m < 2x13,09m

26,175m < 26,1806m

## 5.5 DRAINASE

### 5.5.1 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satuan waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur.

Data stasiun curah hujan yang dipakai adalah stasiun kecamatan Dongko. Data curah hujan yang didapatkan curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 10 tahun terakhir disajikan pada tabel 5.16.

**Tabel 5.16 Data Hujan Harian Max**

Stasiun Asemrowo	
Tahun	Hujan Harian Max (mm/hari)
2006	188

2007	89
2008	109
2009	170
2010	100
2011	107
2012	140
2013	146
2014	86
2015	80

*Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur*

### 5.5.2 Perencanaan Drainase

Dalam perencanaan drainase ini, akan dibahas perhitungan intensitas curah hujan (I) pada stasiun hujan kecamatan Asemrowo untuk drainase jalan ruas Kalianak dan hasilnya berupa tabel. Berikut ini rincian perhitungan dalam sebuah tabel :

Perencanaan Saluran Drainase pada STA 2+400 - 7+400

**Tabel 5.17 Hasil Perhitungan intensitas hujan**

Stasiun Asemrowo			
2006	188	81	6561
2007	89	76	5776
2008	109	89	7921
2009	170	67	4489
2010	100	-62	3844
2011	107	20	400
2012	140	3	9

2013	146	-109	11881
2014	86	-64	4096
2015	80	-101	10201
$\bar{R}$	179		55178
Sx	23,49		
Sn	0,9496		
Yn	0,4952		
Yt	1,4999		
n	10		
Rt	203,85		
Bila curah hujan efektif 4 jam			
I	45,87		

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

Hasil Pengolahan Data :

Periode Ulang (T) = 5 tahun

Jumlah Data (n) = 10 tahun

- Tinggi hujan maksimum rata-rata  
X rata-rata = 121,5
- Standar Deviasi

$$\begin{aligned}
 S_x &= \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n} \\
 &= \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n} \\
 &= 11,22 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

- Menentukan besar curah hujan pada periode ulang 5

tahun

$$R_t = \bar{R} + \frac{1}{n} (Y_t - Y_n)$$

$$R_t = 121,5 + \frac{1}{5} (1,4999 - 0,4952)$$

$$= 155,81$$

- Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam, maka I adalah:

$$I = \frac{R_t}{t}$$

$$I = \frac{155,81}{4} = 35,06 \text{ mm/jam}$$

Intensitas curah hujan (I) = 35,06 mm/jam

Harga I = 35,06 mm/jam diplotkan pada waktu intensitas t = 240 menit di kurva basis dan Tarik garis lengkung searah dengan garis lengkung kurva basis, kurva ini merupakan garis lengkung intensitas hujan rencana I = 190 mm/jam. Perencanaan Saluran Drainase pada STA 2+400 - 7+400 Penentuan arah aliran ditentukan sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik pengamatan pada saluran pembuang. Sedangkan rincian dapat dijelaskan sbb :

gambar arah aliran

Cara pengerjaannya adalah sebagai berikut :

- Daerah pengaliran
  - $L_1 = 9 \text{ m}$  (perkerasan)
  - $L_2 = 1 \text{ m}$  (bahu jalan)
  - $L_3 = 27,52 \text{ m}$  (luar jalan)
- Luas daerah pengaliran STA 17+000-17+200  
 Jalan aspal A1 =  $3 \times 200 \text{ m} = 600 \text{ m}^2$

$$\text{Bahu jalan A2} = 1 \times 200 = 200 \text{ m}^2$$

$$\text{Bagian luar jalan A3} = 27,52 \times 200 = 5504 \text{ m}^2$$

c. Hubungan kondisi permukaan dengan koefisien hambatan (nd)

- Lapisan semen dan aspal beton = 0,013
- Tanah dgn rumput tipis dan gundul dgn permukaan sedikit kasar = 0,2
- Padang rumput dan rerumputan = 0,8

d. Kemiringan daerah pengaliran (s)

- Perkerasan = 2%
- Bahu jalan = 4%
- Luar jalan = elevasi \_\_\_\_\_ = 3%

e. Kecepatan aliran yang diijinkan

Berdasarkan jenis materialnya yaitu pasangan batu, maka kecepatan yang dipakai adalah sebesar 1,8 m/detik.

- Menentukan waktu konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi merupakan waktu paling jauh yang dibutuhkan air limpuhan untuk mencapai lokasi fasilitas drainase (inlet time) dari titik terjauh yang terletak di daerah pengaliran. Berikut ini komponen pada perencanaan drainase STA 2+400-7+400 :

- Penentuan inlet time (t1)

$$t1 \text{ perkerasan (aspal)} = \frac{1}{0,167}$$

$$= 0,919 \text{ menit}$$

$$t \text{ bahu jalan} = \frac{1}{0,167}$$

$$= 1,219 \text{ menit}$$

$$t_{1 \text{ luar jalan}} = \frac{1}{-} 0,167$$

$$= 2,333 \text{ menit}$$

$$t_{1 \text{ total}} = t_{1 \text{ perkerasan}} + t_{1 \text{ bahu jalan}} + t_{1 \text{ luar jalan}} = 4,472 \text{ menit}$$

- Penentuan flow time ( $t_2$ )

Untuk saluran pertama flow time dianggap nol karena belum menerima air dari saluran sebelumnya sedangkan untuk segmen 2 dan seterusnya flow time ( $t_2$ ) bisa dicari untuk saluran 1.

$$t_2 = \text{---} = \text{---} = 6 \text{ menit}$$

$$\text{. Waktu konsentrasi } T_c = t_{1 \text{ total}} + t_2 = 4,472 + 6 = 10,472 \text{ menit}$$

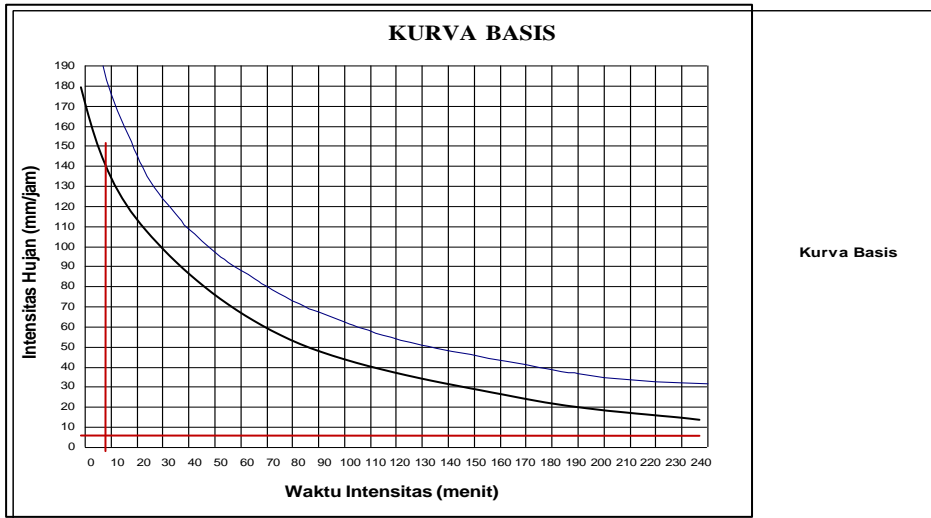
- Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan dipengaruhi oleh intensitas hujan rencana (I rencana) dan waktu konsentrasi ( $T_c$ ) dimana intensitas hujan rencana dan waktu konsentrasi merupakan hubungan grafik dalam bentuk kurva basis yang terdapat pada gambar 5.7

Dengan menghubungkan antara intensitas hujan rencana (I r) dengan waktu konsentrasi ( $T_c$ ), maka didapatkan intensitas hujan , sedangkan waktu konsentrasi dipengaruhi oleh inlet time ( $t_1$ ) dan flow time ( $t_2$ )

Setelah waktu konsentrasi  $T_c$  diketahuui di atas dan I rencana sebelumnya telah dihitung pada bab 4 sebesar =

35,06mm/jam maka dengan menggunakan kurva basis pada gambar 5.7



**Gambar 5.7 Kurva Basis**

*Sumber :SNI 03-3424-1994*

Dapat diketahui Untuk  $T_c$ ,  $I=178$  mm/jam

- Perhitungan koefisien pengaliran (C) didapat pada table...

C1 Perkerasan Jalan (aspal) = 0,95

C2 Bahu Jalan (batuan masif keras) = 0,85

C3 Bagian Luar Jalan (persawahan) = 0,6

C gabungan =  $\frac{C_1 + C_2 + C_3}{3}$

=  $\frac{0,95 + 0,85 + 0,6}{3}$

= 0,6136

- Selanjutnya perhitungan debit aliran dapat dicari

$$Q = \frac{1}{100} \times C \times I \times A$$

$$C = 0,6136$$

$$I = 180 \text{ mm/jam}$$

$$A = 20,9 \text{ m} = 0,0209 \text{ km}$$

$$\text{Jadi } Q = \underline{\quad} \times 0,6136 \times 180 \times 0,0209$$

$$= 0,6413 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Penentuan kemiringan saluran

Untuk mengetahui arah mengalirnya air pada saluran maka harus ditentukan oleh prosentase dari perbandingan antara beda tinggi elevasi dengan panjang saluran.

- Perhitungan dimensi saluran

Direncanakan saluran terbuat dari pasangan batu dengan penyelesaian dengan  $n = 0,017$  (baik).

Tinggi saluran ditentukan 1 meter

Lebar saluran dicari dengan menggunakan trial n error

$$Q = V.A$$

Dengan mencoba menghitung debit saluran dengan menggunakan dimensi saluran yang berbeda kemudian memilih debit yang besarnya mendekati debit di lapangan, berikut perhitungan metode trial n error ditunjukkan pada tabel ... di bawah ini

Berdasarkan perhitungan, maka dimensi saluran dipilih tinggi saluran ( $h$ ) = 0,7 dan lebar saluran ( $b$ ) = 0,5

- Luas penampang basah ( $A$ ) =  $0,408 \text{ m}^2$
- Keliling penampang basah ( $O$ ) = 1,9 m
- $R = \underline{\quad} = 0,2148$

Kecepatan rata-rata diperoleh dari rumus manning berikut :



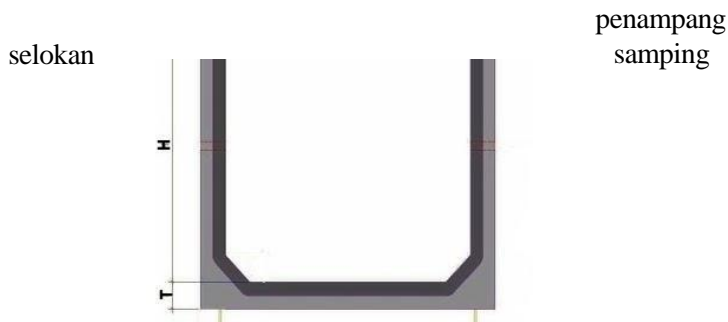
$$F_d = 0,194/1,8 = 0,108 \text{ m}^2$$

Tinggi jagaan :

$$W = (0,5 \times 0,23)^{1/2}$$

$$= 0,3408 \text{ m}$$

**Didapatkan  $b = 1 \text{ m}$ ,  $h = 1 \text{ m}$**



**Gambar 5.8 saluran U-ditch 1m x 1m**

*Sumber : wikipedia.co.id*

Cek kecepatan aliran rencana dengan kecepatan yang diijinkan di mana :

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

Vijin max = 1,8 m/det (kecepatan aliran yang diijinkan sesuai dengan material yang digunakan)

$$V \text{ ijin min} = 0,6 \text{ m/det}$$

$$V = 1/0,02 \times 0,2148^{2/3} \times 0,0904^{1/2}$$

$$= 1,74$$

$$V \text{ ijin min} \leq V_{\text{endap}} \leq V_{\text{ijinmaks}}$$

$$0,6 \text{ m/det} \leq 1,73 \leq 1,8 \text{ m/det (ok)}$$

Dengan  $Q \text{ saluran} = V \times A$

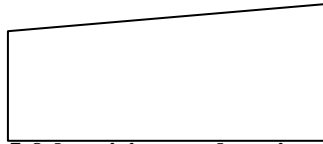
$$= 0,7 \times 1,73$$

$$= 1,22 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Kontrol kemiringan

Menghitung kemiringan lapangan dengan menggunakan elevasi dasar saluran dengan arah aliran air ke STA 2+400

- STA 2+400 Elevasi dasar saluran = 779,9
- STA 2+600 Elevasi dasar saluran = 761,82



**Gambar 5.9 kemiringan elevasi tanah**

$$i \text{ Lapangan} = 0,0904 \times 100\% = 9,04\%$$

- Menentukan kecepatan aliran ( $v$ )

$i \text{ lapangan} > i \text{ perhitungan} \sim \text{oke.}$

## **5.6 Rencana Metode Pelaksanaan**

### **5.6.1 Pelaksanaan CTSB**

#### **1. Penyiapan campuran CTSB**

Biasanya dilaksanakan dengan alat campuran menerus (*Continuous Batching Plant*), sesuai *mix design* yang ditentukan. Selama penuangan ke *dump truck* usahakan agar tidak terjadi segregasi dari campuran CTSB.

#### **2. Penebaran campuran CTSB**

Angkutan campuran CTSB menggunakan *dupm truck* untuk dibawa ke tempat penebaran, bila diperlukan *dump truck* dapat dilengkapi dengan terpal untuk menutupi CTSB untuk mencegah/mengurangi penguapan kandungan air dari CTSB.

Cara penebaran dapat dilakukan dengan cara ditumpahkan langsung di lokasi, kemudian diratakan dengan *Motor Grader* sesuai dengan ketebalan yang diinginkan. Cara lain dapat menggunakan alat penebar khusus (*concrete paver*), yang dapat diatur baik ketebalan maupun lebar tebarannya.

### 3. Pemadatan campuran CTSB

Campuran CTSB yang telah ditebar, sebelum satu jam harus sudah mulai dipadatkan dengan alat pemadat yang bergetar (*vibratory roller*).

### 4. Perawatan CTSB

Perawatan CTSB dilakukan seperti perawatan pada beton (disiram dengan air/dengan *curing compound*/ditutupi dengan plastiK atau terpal/disiram dengan aspal emulsi). Perawatan dilakukan selama 7 hari, dengan perhatian khusus harus diberikan pada masa 6 sampai 10 jam setelah pemadatan. Setelah CTSB berumur tiga hari, baru diperbolehkan untuk dilalui kendaraan.

## 5.6.2. Pelaksanaan Rigid Pavement

### 5.6.2.1. Lean Concrete

Lean concrete mempunyai kekuatan tekan sebesar tidak kurang dari 50 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari. Berfungsi bukan sebagai struktural, tapi sebagai lantai kerja dan pencegah *pumping*.

- Pemasangan cetakan samping
- Tinggi cetakan disesuaikan dengan ketebalan lean concrete yang disyaratkan dalam spesifikasi teknik.
- *Lean concrete* berupa beton *ready mix*, pengecoran dilakukan menggunakan *truck mixer*. Slump beton disrankan agak tinggi, yaitu antara 5 sampai 7 cm.
- Dalam hal lean concrete difungsikan sebagai access road, maka mutu dan ketebalannya perlu ditingkatkan.
- Pengecoran lean concrete selallu diikuti dengan penggetaran agar memperoleh beton yang padat.
- Untuk finishing permukannya, dapat dilayani oleh pekerja dengan menggunakan batang perata (jidar), yang digeser

geserkan di atas balok kayu cetakan samping dan dibantu dengan centong semen.

- Selama masa curing minimum 7 hari, lean concrete tidak boleh dilewati kendaraan atau peralatan lain.
- Untuk mencegah keretakan, selama masa curing lean concrete ditutupi dengan karung basah, atau digenangi dengan air.
- Permukaan lean concrete tidak boleh terlalu kasar untuk mencegah terjadinya keretakan pada struktur perkerasan. Untuk lebih aman, lean concrete dapat dilapisi dengan plastik sebelum plat beton dicor.

#### **5.6.2.2. Pemasangan Bekisting Samping (*Side Form*) dan Bekisting Akhir (*Stopper*)**

Sebelum bekisting pelat beton dipasang, di permukaan *lean concrete* diberi pedoman letak bekisting, berdasarkan pedoman titik – titik pengukuran yang ada. Bahan bekisting dapat dibuat dari kayu atau pelat baja.

Bila ada penghampar beton bergerak di atas bekisting, maka bekisting tersebut harus diperhitungkan agar kuat memikul beban alat *concrete paver* yang bergerak di atasnya.

- Bekisting samping (untuk tepi pelat beton) dipasang sesuai dengan pedoman yang telah diberikan di atas *lean concrete* dan dipaku secara kuat agar tidak berubah posisi selama proses pengecoran.
- Kerataan elevasi dari bekisting perlu diperiksa kembali untuk mengoreksi penyimpangan yang ada pada elevasi permukaan *lean concrete*.
- Bila lebar pengecoran dapat dijangkau oleh alat *concrete paver*, maka bekisting samping dapat langsung dipasang pada tepi – tepi pelat beton.
- Bila lebar pengecoran tidak dapat mencapai lebar rencana jalan, maka bekisting yang satu dibuat untuk membentuk *construction joint*.

- Pemasangan bekisting samping adalah ke arah memanjang jalan (sejajar dengan as jalan).
- Untuk mempermudah pembongkaran bekisting, maka seluruh permukaan bekisting agar dilumasi dengan minyak bekisting.
- Bekisting akhir (*stopper*), yang melintang jalan, harus dibuat sedemikian rupa agar kuat menahan beban, karena hal ini dapat menyebabkan penurunan elevasi permukaan beton, sehingga permukaan perkerasan beton bergelombang.

### 5.6.2.3. Penulangan

- a) Bagian yang telah dipasang bekistingnya, dipasang besi tulangan dengan kedudukan seperempat ketebalan pelat beton dari permukaan.
- b) Tulangan diusahakan dalam posisi yang rata (tidak melengkung) untuk dapat berfungsi secara baik dalam menahan keretakan.
- c) Untuk menjaga kedudukan tulangan tersebut, perlu ditumpu oleh *spaser* yang berfungsi sebagai kaki. Alternatif lain adalah beton dicor setebal tiga perempat bagian, sesudah itu tulangan baru diletakkan. Kemudian baru dicor dengan ketebalan penuh.

### 5.6.2.4. Sambungan

Sambungan yang diperlukan, ada 2 (dua) macam yaitu, sambungan pengembangan (*expansion joint*), dan sambungan konstruksi (*construction joint*). Untuk sambungan – sambungan tersebut diberi tulangan (*dowel*), sebagai berikut :

#### 1. Sambungan pengembangan (*expansion joint*)

Sambungan ini dipasang melintang, dengan jarak satu dengan yang lain ditetapkan sesuai persyaratan desain (biasanya sekitar 50 meter), dan dilengkapi dengan tulangan dowel dari besi beton polos diameter 25 – 32 mm.

Untuk dapat melayani gerakan kembang susut, setengah bagian panjang dari besi beton tersebut terikat sempurna, sedang setengah bagian yang lain terikat tidak sempurna (dengan cara dilapis cat).

Arah besi tulang ini sejajar dengan as jalan (searah dengan gerakan kembang susut).

## 2. Sambungan konstruksi (*construction joint*)

Sambungan konstruksi ini adalah sambungan antar lane atau tepi perkerasan dengan shoulder, menggunakan besi beton ulir (deform bar) diameter maksimal 16 mm. Seluruh panjang besi beton terikat sempurna dengan beton.

## 3. Dowel

Cara pelaksanaan *dowel* sebagai berikut :

- Beton tahap satu dicor di antara bekisting, kemudian bekisting dilepas. Beton tahap kedua dicor setebal slab, cap tetap dipasang.
- Slab setelahnya dapat dicor dan Cap dilepas, kemudian celah yang ada diisi dengan sealent, dengan demikian struktur expansion joint selesai.

### 5.6.2.5. Pengecoran lapisan permukaan beton

Lapisan permukaan beton ini merupakan bagian utama dari jalan beton yang berfungsi sebagai lapisan *base* dan sekaligus sebagai lapisan permukaan (*surface course*) juga. Oleh karena itu tidak lagi diperlukan lapisan permukaan. Dengan demikian mutu dari beton ini, sangat penting.

Untuk mempermudah pengerjaan beton ini, dibutuhkan slump yang cukup yaitu 3,5 – 6 cm. yang dimaksud slump di sini adalah slump di tempat penghamparan, sehingga *slump* di *batching plant* tentunya harus lebih tinggi dengan jarak angkutnya.

Pekerjaan lapisan permukaan beton ini dapat dijelaskan seperti berikut :

- 1) Bekisting samping (*side form*) diperiksa letak dan elevasinya sebelum pengecoran dimulai, terutama sekali bila berfungsi sebagai rel *vibrating screed*.
- 2) Diperiksa semua tulangan yang ada, yaitu tulangan untuk sambungan perlemahan, pengembangan dan sambungan konstruksi, apakah terletak pada posisi yang benar.
- 3) Diperiksa apabila ada pekerjaan instalasi yang tertanam dalam beton (misalnya pipa, kabel, dan instalasi lainnya), apakah sudah terpasang dengan benar.
- 4) Menjelang pengecoran dimulai, maka permukaan subbase dibasahi secukupnya, agar tidak menyerap air beton yang dapat mempengaruhi mutu beton.
- 5) Bila terjadi pengurangan nilai slump beton selama perjalanan dari batching plant ke tempat pengecoran yang cukup berarti, maka perlu dicatat, untuk perencanaan slump di batching plant.
- 6) Penghamparan beton dapat dilayani dengan berbagai alat yaitu : *vibrating screed* (sederhana), *fix form paver*, atau *slip form paver*.
- 7) Untuk menjamin mutu beton base, hasil hamparan, disarankan dibantu lagi dengan *concrete vibrator* tersebar di kedua ujungnya di bagian tengah.
- 8) Penggetaran beton dilakukan secukupnya saja, sebab bila berlebihan akan menyebabkan terjadinya segregasi. Penggetaran yang berlebihan dapat dilihat tanda – tandanya yaitu, bila air semennya timbul/mengumpul di atas. Penggetaran yang kurang, akan menyebabkan beton kurang padat/keropos. Dan penggetaran yang kurang dapat dilihat

bila adukan beton masih dapat turun (memadat)



**Gambar 5.10 Concrete Vibrator**

*Sumber : wikipedia.com*



**Gambar 5.11 Vibrating screed**

*Sumber : wikipedia.com*





**Gambar 5.12 Concrete Paver**

*Sumber : wikipedia.com*

#### **5.6.2.6.Finishing**

Finishing yang dimaksud di sini adalah pekerjaan penyelesaian permukaan beton base, sehingga memperoleh hasil yang memuaskan.

- a) Segera sesudah penghamparan beton selesai, dilakukan penghalusan permukaan beton secukupnya. Penghalusan yang berlebihan akan mengurangi keawetan *anti skid texturing* (*grooving*) dan licin. Secara sederhana alat yang digunakan adalah papan dengan batang pemegang yang panjang (*long handle floater*). Untuk alat *concrete paver* biasanya telah dilengkapi dengan alat perata yang bekerja secara otomatis.
- b) Setelah perataan/penghalusan selesai, lalu dilakukan *texturing* untuk keperluan *anti skid*. Pekerjaan *texturing* harus selesai dalam 3 jam sejak beton dihampar (*texturing* harus sudah selesai sebelum beton mengeras). Apabila ada genangan air di permukaan beton yang masih basah, dapat

dilap dengan goni kering. Untuk texturing ini dapat dipakai beberapa tipe alat yaitu *wire broom*, *plastic brush*, dan *grooving tool*. Semuanya disambung dengan batang pemegang panjang, sedang lebarnya tidak kurang dari 45 cm.

- c) Pekerjaan texture dinyatakan baik, bila menghasilkan nilai *skid resistance* 70, dengan kedalaman tekstur 0,75 cm. Menurut pengalaman *texture* yang lebih baik dapat dicapai dengan menggunakan *grooving tool* dibandingkan dengan *brushing tool*.
- d) Ada dua tipe tekstur yaitu arah melintang jalan dan arah memanjang jalan. Tekstur arah melintang penampilannya lebih bagus dan lebih mudah pelaksanaannya. Tetapi untuk kepentingan pemakai jalan, tekstur arah memanjang jalan lebih baik, karena akan mengurangi tingkat keausan ban dan mengurangi kebisingan.
- e) Semua celah sambungan dibersihkan, kemudian diisi dengan *sealant*.

- **Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor**

Setelah perkerasan beton 28 hari dilanjutkan dengan pekerjaan marka jalan dan pekerjaan minor lainnya yaitu: pemasangan rambu jalan, patok pengarah, patok kilometer, patok hektometer, rel pengaman, lampu penerangan jalan, dan penanaman pohon pada lokasi yang sesuai pada gambar rencana.

## **5.7 Rencana Anggaran Biaya**

### **5.7.1. Perhitungan Volume Pekerjaan**

#### **5.7.1.1. Pekerjaan Tanah**

- 1) Pembersihan dan pembongkaran

Satuan pekerjaan ( $\text{m}^2$ )

- Lebar jalan =  $(9 \text{ m} \times 2) + (1 \text{ m} \times 2) = 20 \text{ m}$

- Panjang jalan = 5000 m

Volume =  $20 \text{ m} \times 5000 \text{ m} = 100000 \text{ m}^2$

- 2) Penggalan tanah dengan alat berat (pada pelebaran)

Pada pelebaran

Lebar jalan =  $1 \text{ m} \times 2 = 2 \text{ m}$

Tebal galian = 0,325 m

Panjang jalan = 5000 m

Volume =  $2 \text{ m} \times 0,325 \text{ m} \times 5000 \text{ m} = 3250 \text{ m}^3$

#### **5.7.1.2. Pekerjaan Perkerasan Berbutir**

1. Agregat lapis pondasi bawah (LPB) klas C (untuk perbaikan tanah dasar) pada pelebaran 1 m kanan dan 1m kiri

Satuan pekerjaan ( $\text{m}^3$ )

- Lebar = 2 m

- Tebal perkerasan = 0,2 m

- Panjang perkerasan = 5000 m

Volume =  $2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 5000 \text{ m} = 2000 \text{ m}^3$

2. Cement Treated Subbase (CTSB) pada pelebaran Satuan pekerjaan ( $\text{m}^3$ )

- Lebar = 2 m

- Tebal perkerasan = 0,3 m

- Panjang perkerasan = 5000 m

$$\text{Volume} = 2 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 3000 \text{ m} = 1800 \text{ m}^3$$

3. Agregat Lapis Pondasi Bawah (LPB) klas B Satuan pekerjaan (m<sup>3</sup>)

- Lebar pelebaran =  $1 \text{ m} \times 2 = 2 \text{ m}$
- Tebal perkerasan =  $0,250 \text{ m} + 0,10 \text{ m} = 0,350 \text{ m}$
- Panjang perkerasan =  $5000 \text{ m}$

$$\text{Volume} = 2 \text{ m} \times 0,350 \text{ m} \times 5000 \text{ m} = 3500 \text{ m}^3$$

#### **5.7.1.3. Pekerjaan Tulangan**

1. Pekerjaan pembesian dengan besi beton polos

Satuan pekerjaan (kg)

$$\text{- Dowel} = 3,59 \text{ kg} \times 12 \text{ buah} = 43,08 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 43,08 \text{ kg} \times (5000 \text{ m} / 5 \text{ m}) \times 4 = 172320 \text{ kg}$$

$$\text{- Tulangan memanjang} = 0,88 \text{ kg} \times 17 \text{ buah} = 14,96 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 14,96 \text{ kg} \times (5000 \text{ m} / 5 \text{ m}) \times 4 = 59840 \text{ kg}$$

$$\text{- Tulangan melintang} = 0,88 \text{ kg} \times 13 \text{ buah} = 11,44 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 11,44 \text{ kg} \times (5000 \text{ m} / 5 \text{ m}) \times 4 = 45760 \text{ kg}$$

2. Pekerjaan pembesian dengan besi beton ulir

$$\text{- Tie bars} = 2,011 \text{ kg} \times 7 \text{ buah} = 14,077 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 14,077 \text{ kg} \times (5000 \text{ m} / 5 \text{ m}) \times 3 = 42231 \text{ kg}$$

#### **5.7.1.4. Pekerjaan Beton**

1. Pemasangan bekisting Satuan pekerjaan (m<sup>2</sup>)

$$\text{- Tebal jalan} = 0,250 \text{ m} \times 5 = 1,250 \text{ m}$$

$$\text{- Panjang perkerasan} = 5000 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 100000 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 1,250 \text{ m} \times 100000 \text{ m}^2 = 125000 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Lebar perkerasan =  $(9 \text{ m} \times 2) + (1 \text{ m} \times 2) = 20 \text{ m}$

- Tebal perkerasan =  $0,10 \text{ m}$

- Panjang perkerasan =  $5000 \text{ m}$

$$\text{Volume} = 20 \text{ m} \times 0,10 \text{ m} \times 5000 \text{ m} = 10000 \text{ m}^3$$

2. Pekerjaan beton K-400 Satuan pekerjaan (m<sup>3</sup>)

- Lebar perkerasan =  $9 \text{ m} \times 2 = 18 \text{ m} + (1 \text{ m} \times 2) = 20 \text{ m}$

- Tebal perkerasan = 0,250 m
- Panjang perkerasan = 5000 m

Volume = 20 m x 0,250 m x 5000 m = 25000 m<sup>3</sup> Satuan pekerjaan (kg)

#### **5.7.1.5.Pekerjaan Drainase**

1. Galian tanah drainase = 5000 m<sup>3</sup>
2. Pemasangan precast U-ditch= 4167 buah

#### **5.7.1.6.Pekerjaan Minor**

1. Pekerjaan marka jalan

Satuan pekerjaan (m<sup>2</sup>)

Marka tengah asumsi 1 km = 16,2 m<sup>2</sup>

Marka tepi 0,12 m

- Tebal perkerasan = 0,250 m
- Panjang perkerasan = 5000 m

Volume = (16,2 m<sup>2</sup> x 5) + (5000 m x 0,12 m x 2) = 1281 m<sup>2</sup>

2. Pemasangan patok hektometer (tiap 100 m) Satuan pekerjaan (Buah)

Total = 5000 m / 100 m = 50 buah

3. Pemasangan patok kilometer (tiap 1000 m)

Satuan pekerjaan (Buah)

Total = 5000 m / 1000 m = 5 buah

## 5.8 Renaca Anggaran Biaya

### 5.8.1 Harga Satuan Dasar Surabaya Tahun 2017

**Tabel 5.17 Harga Satuan Dasar Alat**

NO.	JENIS ALAT	KAP. ALAT	HARGA ALAT (SEWA)
1	Asphalt Mixing Plant	50 T/Jam	5.600.000
2	Asphalt Finisher	10 Ton	350.000
3	Asphalt Sprayer	1000 Liter	105.000
4	Bulldozer 100-150 Hp	- -	280.000
5	Compressor 4000-6500 L\M	5000 L/M	76.400
6	Concrete Mixer 0.3-0.6 M3	500 Liter	280.000
7	Crane 10-15 Ton	15 Ton	700.000
8	Dump Truck 3-4 M3	3.5 Ton	280.000
9	Dump Truck	12 Ton	350.000
10	Excavator 80-140 Hp	0.93 M3	350.000
11	Flat Bed Truck 3-4 M3	10 Ton	280.000
12	Generator Set	395 KVA	280.000
13	Motor Grader >100 Hp	10800	350.000
14	Track Loader 75-100 Hp	0.8 M3	350.000
15	Wheel Loader 1.0-1.6 M3	1.5 M3	280.000
16	Three Wheel Roller 6-8 T	8 Ton	280.000
17	Tandem Roller 6-8 T.	8.1 Ton	280.000
18	Tire Roller 8-10 T.	9 Ton	280.000
19	Vibratory Roller 5-8 T.	7.05 Ton	225.400
20	Concrete Vibrator	25	70.000
21	Stone Crusher	50 T/Jam	1.400.000
22	Water Tanker 3000-4500 L.	3000 Liter	280.000
23	Water Pump 70-100 Mm	5000 Liter	140.000
24	PEDESTRIAN ROLLER	835 Ton	210.000
25	TAMPER	121 Ton	105.000

26	JACK HAMMER	1330	105.000
27	Fulvi Mixer	2005	70.000
28	Concrete Pump	8 M3	350.000
29	Trailer 20 Ton	20 Ton	350.000
30	Pile Driver + Hammer	2.5 Ton	280.000
31	Crane On Track 35 Ton	35 Ton	700.000
32	Welding Set	250 A mp	210.000
33	Bore Pile Machine	2000 Meter	350.000
34	Asphalt Liquid Mixer	20000 Liter	100.000
35	Trailler 15 Ton	15 Ton	280.000
36	Rock Drill Breaker Cold Milling	6 KG	140.000
37	Cold Milling	1000 M	1.050.000
38	Cold Recycler	2200 M	490.000
39	Hot Recycler	3 M	560.000
40	Aggregat (Chip) Spreader	3.5 M	420.000

*Sumber : data Dinas PU Bina Marga Provinsi Jatim*

**Tabel 5.18 Harga Satuan Pekerja**

No.	URAIAN	SATUAN	UPT SURABAYA
I	UPAH KERJA		
1	Pekerja	jam	Rp15.799
2	Tukang	jam	Rp17.644
3	Mandor	jam	Rp19.570
4	Operator	jam	Rp21.036
5	Mekanik	jam	Rp21.036

*Sumber : data Dinas PU Bina Marga Provinsi Jatim*

**Tabel 5.19 Harga Satuan Material**

No.	URAIAN	SATUAN	UPT SURABAYA
II	HARGA BAHAN		
1	Agregat kasar (untuk CTB)	M3	Rp273.704
2	Agregat kasar (untuk AC)	M3	Rp231.867
3	Agregat halus	M3	Rp268.902
4	Pasir urug	M3	Rp161.341
5	Sirtu	M3	Rp214.353
6	Bahan Tanah timbunan	M3	Rp162.494
7	Batu belah / kerakal	M3	Rp318.073
8	Batu kali	M3	Rp259.298
9	Gravel	M3	Rp342.274
10	Kapur	M3	Rp569.123
11	Filler cement	Kg	Rp1.068
12	Aspal minyak (curah)	Kg	Rp9.818
13	Asbuton curah	ton	Rp8.135
14	Aspal emulsi (CRS-I / R-65)	Kg	Rp10.135
15	Aspal modifikasi (BNA)	Kg	Rp11.558
16	Bensin	ltr	Rp10.411
17	Solar (Industri)	ltr	Rp11.712
18	Kerosen /minyak tanah	ltr	Rp13.122
19	Bunker oil	ltr	Rp3.470

*Sumber : data Dinas PU Bina Marga Provinsi Jatim*



## 5.8.2 Harga Satuan Pekerjaan

### 5.8.2.1 Harga Satuan Pekerjaan Tanah

**Tabel 5.20 Harga Satuan Pekerjaan Tanah**

No.	Pembersihan	Koefisien	m <sup>2</sup>	Harga Satuan	Harga
	Sewa Peralatan				
1	Bulldozer	0,005	jam	Rp 5.872.661	Rp 29.363
2	Wheel loader	0,0033	jam	Rp 438.448	Rp 1.447
3	Dump truk 3-4 m <sup>3</sup>	0,011	jam	Rp 266.196	Rp 2.928
4	Alat bantu	1	Ls	Rp 1.000	Rp 1.000
				Jumlah	Rp 34.738
	Upah:				
1	Mandor	0,003	orang	Rp 104.536	Rp 314
2	Pembantu tukang	0,0165	orang	Rp 34.738	Rp 1.500
				Jumlah	Rp 1.814
				Nilai HSPK	Rp 36.552

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

### 5.8.2.2 Harga Satuan Pekerjaan Tanah Perkerasan Berbutir Tabel 5.21 Pekerjaan CTSB

No.	Cement Treated Subbase (CTSB)	Koef.	m <sup>3</sup>	Harga Satuan	Harga
1	Semen (PC)	112,75	Kg	Rp 2.100	Rp 175.100
2	Agregat kasar	1,2586	Liter	Rp 231.867	Rp 2.918.282
				Jumlah	Rp 466.590
	Sewa Peralatan				
1	Wheel loader	0,0244	Jam	Rp 438.448	Rp 10.698
2	Batching plant	0,0753	Jam	Rp 356.443	Rp 26.840
3	Dump truck	0,5095	Jam	Rp 266.196	Rp 135.627
4	Vibrator roller	0,0054	Jam	Rp 304.458	Rp 1.644
5	Water tank truck	0,0422	Jam	Rp 232.794	Rp 9.824
				Jumlah	Rp 184.633
	Upah				
1	Mandor	0,0215	ang / Ha	Rp 104.536	Rp 2.248
2	Tukang	0,043	ang / Ha	Rp 95.432	Rp 4.104
3	Pembantu tukang	0,1506	ang / Ha	Rp 90.936	Rp 13.695
				Jumlah	Rp 20.046
				Nilai HSPK	Rp 671.269

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

### 5.8.2.3 Harga Satuan Pekerjaan Tulangan

**Tabel 5.22 Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton Ulir**

No.	Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton Ulir	Koef.	Kg	Harga Satuan	Harga
	<b>Bahan</b>				
1	Besi beton polos	1,05	Kg	Rp 11.000	Rp 11.550
2	Kawat ikat	0,015	Kg	Rp 15.250	Rp 229
				<b>Jumlah</b>	Rp 11.779
	<b>Upah</b>				
1	Mandor	0,0004	Orang	Rp 104.536	Rp 42
2	Kepala tukang	0,0007	Orang	Rp 100.432	Rp 70
3	Tukang	0,007	Orang	Rp 95.432	Rp 668
4	Pembantu tukang	0,007	Orang	Rp 90.936	Rp 637
				<b>Jumlah</b>	Rp 1.417
				<b>Nilai HSPK</b>	Rp 13.195

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

**Tabel 5.23 Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton Polos**

No.	Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton Polos	Koef.	Kg	Harga Satuan	Harga
	<b>Sewa Peralatan</b>				
1	Excavator	0,067	Jam	Rp 461.362	Rp 30.911
2	Dumpt truck 3-4 m	0,067	Jam	Rp 266.196	Rp 17.835
				<b>Jumlah</b>	Rp 48.746
	<b>Upah</b>				
1	Mandor	0,007	Orang / Hari	Rp 104.536	Rp 732
2	Pembantu tukang	0,226	Orang / Hari	Rp 90.936	Rp 20.552
				<b>Jumlah</b>	Rp 21.283
				<b>Nilai HSPK</b>	Rp 70.030

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

#### 5.8.2.4 Harga Satuan Pekerjaan Beton

**Tabel 5.24 Pekerjaan Beton K-125**

No.	Pekerjaan K-125	Koef.	m3	Harga Satuan	Harga
1	Ready mix	1	m3	Rp 660.000	Rp 660.000
				<b>Jumlah</b>	Rp 660.000
	<b>Sewa Peralatan</b>				
1	Water tanker	0,0398	Jam	Rp 232.794	Rp 9.265
2	Alat bantu	1	Ls	Rp 1.000	Rp 1.000
				<b>Jumlah</b>	Rp 10.265
	<b>Upah</b>				
1	Mandor	7,2289	Jam	Rp 13.067	Rp 94.460
2	Tukang	1,4458	Jam	Rp 11.929	Rp 17.247
3	Pembantu tukang	0,4819	Jam	Rp 11.367	Rp 5.478
				<b>Jumlah</b>	Rp 117.185
				<b>Nilai HSPK</b>	Rp 787.450

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

**Tabel 5.24 Pekerjaan Beton K-400**

No.	Pekerjaan Beton K-400	Koef.	m3	Harga Satuan	Harga
1	Ready mix	1	m3	Rp 940.000	Rp 940.000
				<b>Jumlah</b>	Rp 940.000
	<b>Sewa Peralatan</b>				
1	Slip form paver	1	Jam	Rp 637.809	Rp 637.809
2	Concrete vibrator	1	Jam	Rp 43.543	Rp 43.543
3	Water tanker	1	Jam	Rp 232.794	Rp 232.794
4	Alat bantu	1	Ls	Rp 1.000	Rp 1.000
				<b>Jumlah</b>	Rp 915.146
	<b>Upah</b>				
1	Mandor	0,4819	Jam	Rp 104.536	Rp 50.376
2	Tukang	1,4458	Jam	Rp 95.432	Rp 137.976
3	Pembantu Tukang	7,2289	Jam	Rp 90.936	Rp 657.367
				<b>Jumlah</b>	Rp 845.719
				<b>Nilai HSPK</b>	Rp 2.700.865

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

**Tabel 5.24 Pemasangan Bekisting**

No.	Pemasangan Bekisting	Koef.	m2	Harga Satuan	Harga
	<b>Bahan</b>				
1	Kaso 4/6	0,0864	m3	Rp 4.572.500	Rp 395.064
2	Multiplex 12 mm	0,8333	Lembar	Rp 173.800	Rp 144.828
3	Paku usuk/reng	0,2	Kg	Rp 15.420	Rp 3.084
					Rp 542.976
	<b>Upah</b>				
1	Mandor	0,01	ang / Ha	Rp 104.536	Rp 1.045
2	Tukang	0,04	ang / Ha	Rp 95.432	Rp 3.817
3	Pembantu tukang	0,1	ang / Ha	Rp 90.936	Rp 9.094
				<b>Jumlah</b>	Rp 13.956
				<b>Nilai HSPK</b>	Rp 556.932

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

#### 5.8.2.5

#### **Harga Satuan Pekerjaan Tanah Pekerjaan**

##### **Minor Tabel 5.25 Pembuatan Marka Jalan**

No.	Marka Jalan	Koef.	m3	Harga Satuan	Harga
	<b>Bahan</b>				
1	Thermoplastic	2,6775	Kg	Rp 44.400	Rp 118.881
2	Glass bead	0,4725	Kg	Rp 39.000	Rp 18.428
				<b>Jumlah</b>	Rp 137.309
	<b>Sewa Peralatan</b>				
1	Compressor	0,1	Jam	Rp 160.794	Rp 16.079
2	Alat bantu	1	Ls	Rp 1.000	Rp 1.000
				<b>Jumlah</b>	Rp 17.079
	<b>Upah</b>				
1	Mandor	0,1	Orang / Hari	Rp 104.536	Rp 10.454
2	Tukang	0,3	Orang / Hari	Rp 95.432	Rp 28.630
3	Pembantu tukang	0,6	Orang / Hari	Rp 90.936	Rp 54.562
				<b>Jumlah</b>	Rp 93.645
				<b>Nilai HSPK</b>	Rp 248.033

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

**Tabel 5.26 Pemasangan Patok Kilometer**

No.	Pemasangan Patok Kilometer	Koef.	Buah	Harga Satuan	Harga
	<b>Bahan</b>				
1	Beton K-175	0,1512	Kg	Rp 862.451	Rp 130.403
2	Baja Tulangan	18,9	Kg	Rp 10.500	Rp 198.450
3	Cat dan material lainnya	1	Kg	Rp 55.000	Rp 55.000
				<b>Jumlah</b>	Rp 383.853
	<b>Sewa Peralatan</b>				
1	Dump truck	0,165	Jam	Rp 266.196	Rp 43.922
2	Alat bantu	1	Jam	Rp 1.000	Rp 1.000
				<b>Jumlah</b>	Rp 44.922
	<b>Upah</b>				
1	Mandor	0,0236	Orang / Hari	Rp 104.536	Rp 2.467
2	Tukang	0,0471	Orang / Hari	Rp 95.432	Rp 4.495
3	Pembantu tukang	0,1179	Orang / Hari	Rp 90.936	Rp 10.721
				<b>Jumlah</b>	Rp 17.683
				<b>Nilai HSPK</b>	Rp 446.458

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

**Tabel 5.26 Pemasangan Patok Hektometer**

No.	Pemasangan Patok Hektometer	Koef.	Buah	Harga Satuan	Harga
	<b>Bahan</b>				
1	Beton K-175	0,063	Kg	Rp 862.451	Rp 54.334
2	Baja Tulangan	7,875	Kg	Rp 10.500	Rp 82.688
3	Cat dan material lainnya	1	Kg	Rp 55.000	Rp 55.000
				<b>Jumlah</b>	Rp 192.000
	<b>Sewa Peralatan</b>				
1	Dump truck	0,165	Jam	Rp 266.196	Rp 1.000
2	Alat bantu	1	Jam	Rp 1.000	Rp 17.079
				<b>Jumlah</b>	Rp 44.922
	<b>Upah</b>				
1	Mandor	0,0236	Orang / Hari	Rp 104.536	Rp 2.467
2	Tukang	0,0471	Orang / Hari	Rp 95.432	Rp 4.495
3	Pembantu tukang	0,1179	Orang / Hari	Rp 90.936	Rp 10.721
				<b>Jumlah</b>	Rp 17.683
				<b>Nilai HSPK</b>	Rp 254.628

*Sumber : Hasil perhitungan Exel*

**Tabel 7. 1 Rekapitulasi Anggaran Biaya**

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>				
	Pembersihan dan pembongkaran	51000	m3	Rp 36.552,39	Rp 130.403,00
	Penggalian tanah dengan alat berat	6750	m3	Rp 70.029,67	Rp 198.450,00
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Berbutir</b>				
	Agregat lapis pondasi bawah (LPB) kelas C	2700	m3	Rp 192.645,79	Rp 520.143.636,55
	Cement Treated Subbase (CTS)	4050	m3	Rp 671.269,50	Rp 2.718.641.470,55
	Agregat lapis pondasi bawah (LPB) kelas B	4871,4	m3	Rp 299.746,29	Rp 1.460.184.055,36
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Tulangan</b>				
	Pekerjaan pembesian dengan besi beton polos	166862	Kg	Rp 12.670,44	Rp 2.114.217.161,84
	Pekerjaan pembesian dengan besi beton ulir	25339	Kg	Rp 13.195,44	Rp 334.354.046,93
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Beton</b>				
	Pemasangan Bekisting	675	m3	Rp 556.931,78	Rp 375.928.951,50
	Pekerjaan K-125	3960	m3	Rp 787.449,94	Rp 3.118.301.774,28
	Pekerjaan Beton K-400	8100	m3	Rp 2.700.864,62	Rp 21.877.003.457,64
<b>V</b>	<b>Pekerjaan Drainase</b>				
	Penggalian tanah dengan alat berat	9006	m3	Rp 70.029,67	Rp 630.687.244,04
	pasangan saluran type U-ditch 1m x 1m	4167	buah	Rp 75.000,00	Rp 312.525.000,00
<b>VI</b>	<b>Pekerjaan Minor</b>				
	Marka Jalan	768,6	m3	Rp 248.032,70	Rp 190.637.933,22
	Pemasangan Patok Hektometer (tiap 100m)	30	Buah	Rp 254.627,50	Rp 7.638.825,13
	Pemasangan Patok Kilometer (tiap 1000m)	3	Buah	Rp 446.458,18	Rp 1.339.374,55
	<b>Jumlah</b>				Rp 58.291.821.336,32
	<b>PPN 10 % + Profit 10%</b>				Rp 7.658.364.267,26
	<b>Total Biaya</b>				Rp 65.950.185.603,59
	<b>Pembulatan</b>				Rp 65.950.185.604,00

*Sumber : Hasil perhitungan Excel*

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 KESIMPULAN

- 1) Jalan eksisting 6/2 UD pada awal tahun rencana 2017 DS didapat dari perhitungan yaitu 0,487 sedangkan pada akhir umur rencana tahun 2037 yaitu 0,891. Oleh karena DS akhir umur rencana tahun 2037  $0,891 \geq 0,75$  dilaksanakan pelebaran jalan, yakni 1 m di sisi kiri dan 1m di sisi kanan.
- 2) Tebal perkerasan kaku yang direncanakan 25 cm dengan lapis pondasi bawah berupa lean concrete setebal 10 cm. Pada pelebaran jalan direncanakan menggunakan lapis pondasi bawah *Cement Treated Subbase* (CTSB) dan untuk perbaikan tanah dasar direncanakan menggunakan agregat kelas C.
- 3) Pada perkerasan kaku ini direncanakan menggunakan Beton Bersambung Dengan Tulangan (BBDT). Sambungan muai berdiameter 36 mm, panjang 450 mm dan jarak 300 mm. Sambungan memanjang berdiameter 16 mm, panjang 688 mm dan jarak batang pengikat 750 mm. Tulangan memanjang berdiameter 12 mm dengan jarak 250 mm dan tulangan melintang berdiameter 12 mm dengan jarak 450 mm.
- 4) Kontrol geometric untuk lengkung horisintal masih memenuhi persyaratan dengan kecepatan 40 km/jam. Karena Jalan Kalianak termasuk dataran,tidak ada kontrol alinyemen vertikal.
- 5) Dimensi saluran tepi jalan ini direncanakan menggunakan tipe U-ditch precast dan memiliki lebar penampang basah 1 m dengan tinggi saluran 1 m.

- 6) Total estimasi biaya sesuai dengan hasil perhitungan sebesar Rp 65.950.185.604

## **6.2 SARAN**

Untuk perencanaan perkerasan kaku (Rigid Pavement) hal-hal yang perlu diperhatikan :

- 1) Untuk mendapatkan konstruksi yang dapat bertahan dan mencapai umur rencana yang diharapkan, hendaknya dilakukan kegiatan perawatan secara berkala sehingga jalan dapat berfungsi sesuai umur rencana bahkan lebih dan dapat meminimalkan terjadinya kerusakan pada konstruksi.
- 2) Dalam pelaksanaan proyek, metode yang digunakan sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas jalan dengan perkerasan kaku.



## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, *“Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997”*.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, *“Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Dan Semen, Pd-T-2003”*.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, *“Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota”*.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, *“Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994*.
- Silvia Sukirman, *“Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan”*, 2004 Nova Bandung.
- Studi Distribusi Beban Sumbu Untuk Kendaraan Sumbu Ganda Roda Ganda Dan Kendaraan Sumbu Tripel Roda Ganda, Septian Anggoro.
- *Wikipedia.co.id*

## **Biodata Penulis**



Penulis yang bernama lengkap Rika Kusmaningsih, dilahirkan di kota Nganjuk pada 13 Februari 1995. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Pertiwi Banjarmasin pada tahun 1998 - 2000, SDN Simpang Empat Satu Banjarmasin, dan tamat SD di SDN Drenges 1 Kertosono pada tahun 2000 - 2006, SMPN 4

Kertosono pada tahun 2006 - 2009, SMA Negeri 1 Ngronggot pada tahun 2009 - 2012. Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Ngronggot, penulis mengikuti ujian Seleksi Masuk Diploma III Reguler ITS dan diterima di jurusan Diploma III Teknik Sipil pada tahun 2012. Kemudian Penulis melanjutkan studi Lintas Jenjang Departemen Teknik Infrastruktur Sipil pada tahun 2015 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan memilih konsentrasi Bangunan Transportasi. Penulis terdaftar dengan nomor NRP 10111515000019. Alamat email saya yang bisa dihubungi, [kusmaningsihrika@gmail.com](mailto:kusmaningsihrika@gmail.com).

***Ucapan terima kasih kepada :***

- Allah SWT AZZA WAJALLA yang sudah memberikan kesehatan, kemudahan serta kelancaran kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan TUGAS AKHIR ini. (I'm Nothing without ALLAH).
- Semua keluarga, pak Poh, nange, mak um, bude niken, bulek Sus, om Joko terutama kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan, doa serta kasih sayang yang tiada hentinya. (I Love U with all of my heart)
- Dosen pembimbing pak Rachmad Basuki yang sudah membimbing saya dengan sabar.
- Teruntuk musyrifah saya, jazakillahu khoiron katsiir trima kasih telah mendampingi saya dan memotivasi saya agar terus berada dlm ketaatan kepada-Nya. ☺
- Teruntuk dek Rossita, dek Rara dan teman2 kontrakan alliwa serta Arroyah yang tak hentinya membantu dengan ikhlas dan sabar.
- Serta saudariku, akhwatifillah.. yang senantiasa berpegang teguh di jalan-Nya.
- Kepada semua pihak yang telah mendukung & mendoakan setulus hati.. karya ini kupersembahkan untuk kalian semua.. ☺